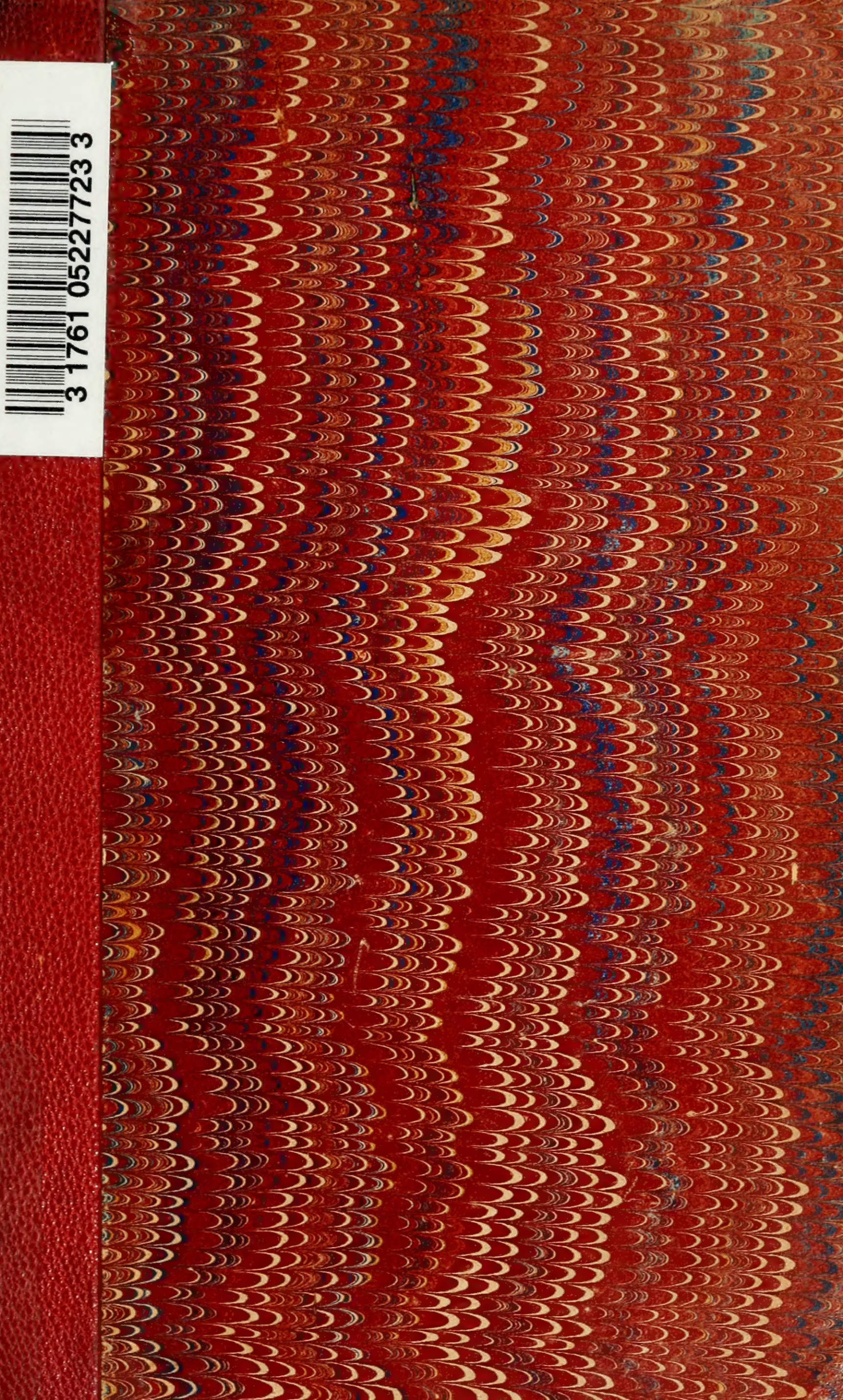
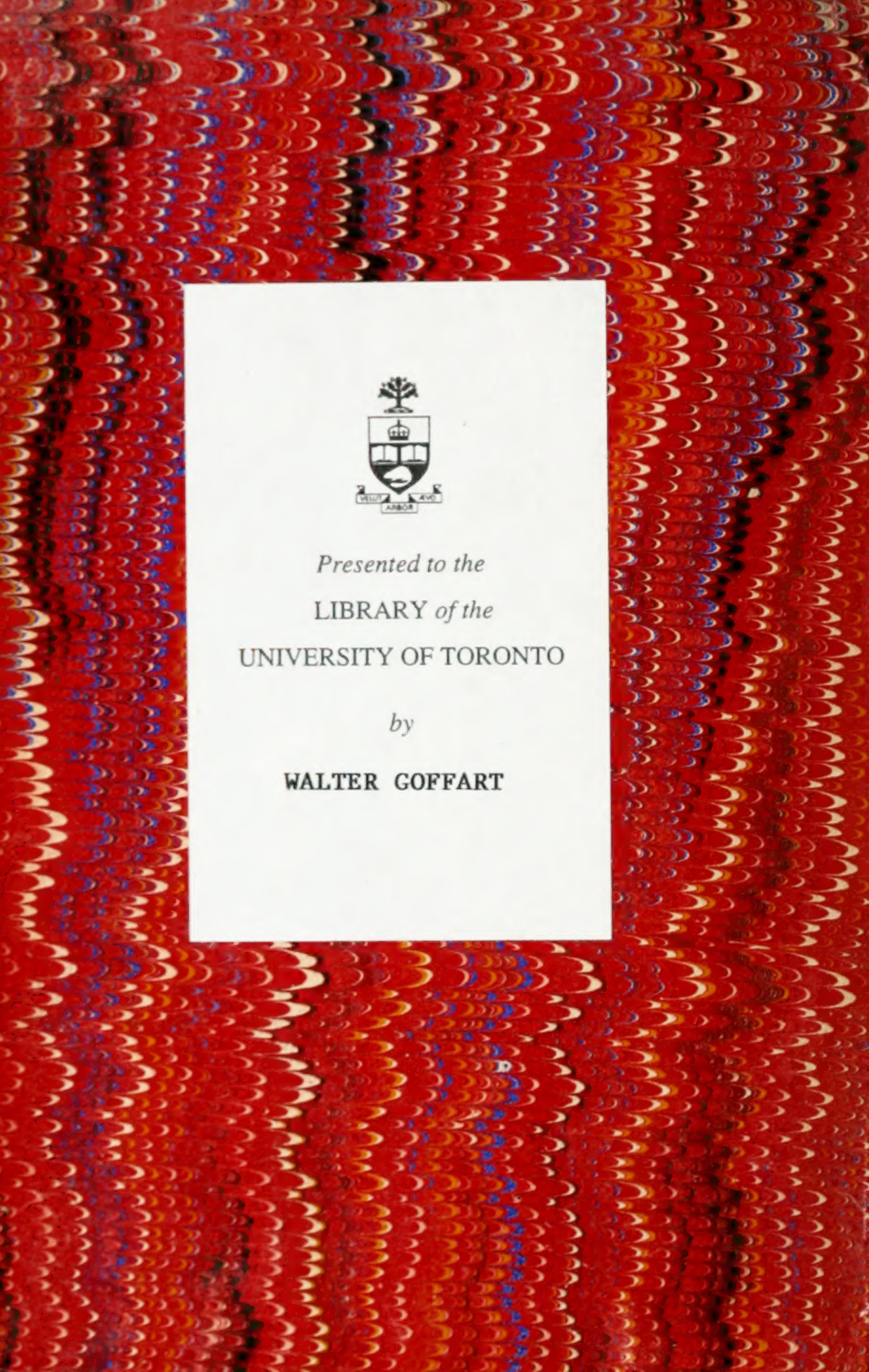
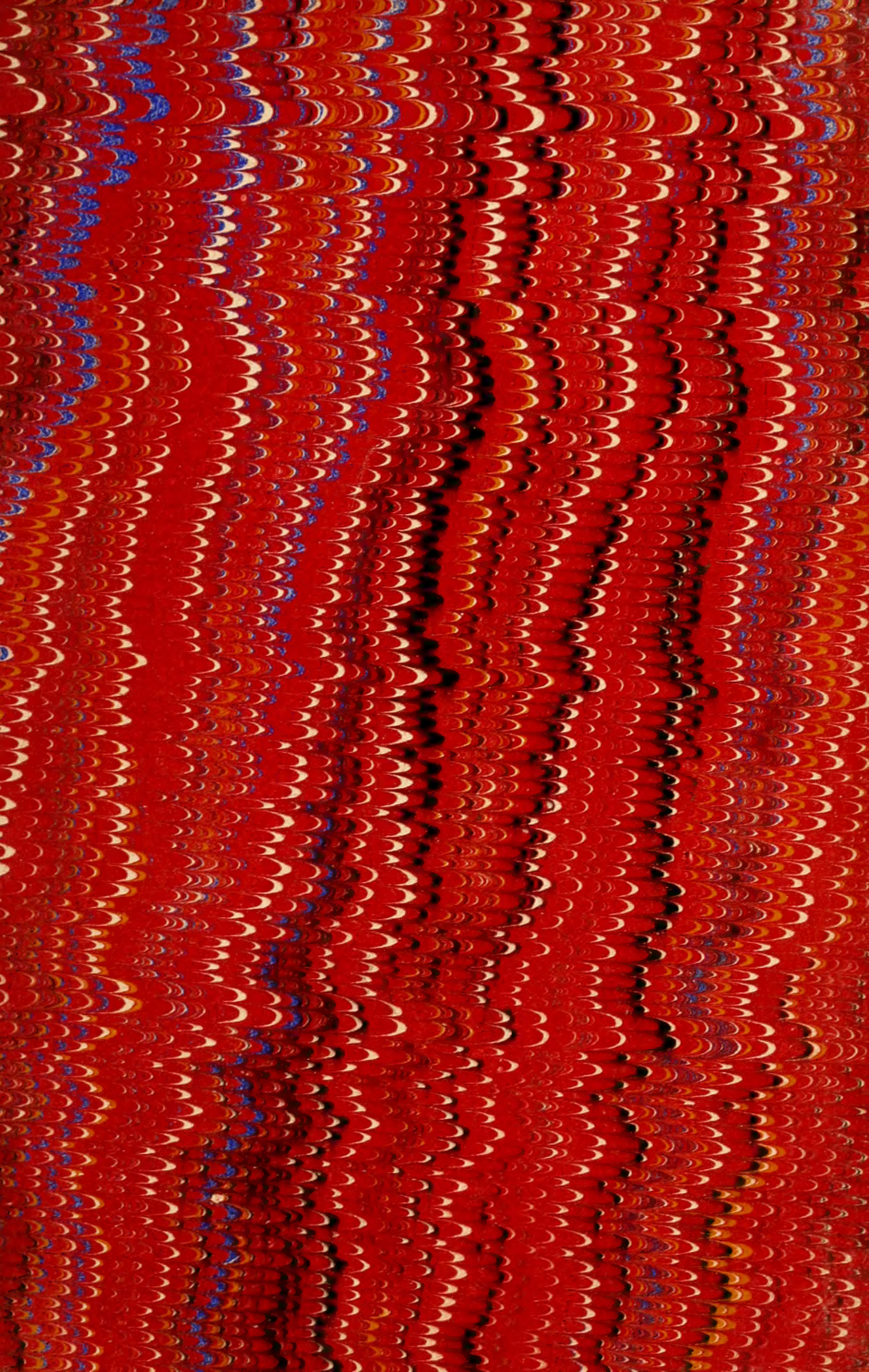






$1.00

MANUEL DES SCIENCES USUELLES

DES MÊMES AUTEURS

L'ABBÉ HUARD

L'APÔTRE DU SAGUENAY (Biographie de Mgr D. Racine, premier évêque de Chicoutimi). 154 pages, in-8°, illustré. *3e édition.* 1895. (*Épuisé.*)........ $0 50

LABRADOR ET ANTICOSTI. 520 pages, in-8°. 100 gravures et carte. 1897........ 1 00

IMPRESSIONS D'UN PASSANT (Amérique. Europe. Afrique.) 374 pages, in-8°. 1906........ 1 00

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE ZOOLOGIE ET D'HYGIÈNE. 274 pages, in-12. 202 gravures. *2e édition.* 1906..... 0 60

ABRÉGÉ DE ZOOLOGIE. 130 pages, in-12. 122 gravures. 1907........ 0 25

L'ABBÉ SIMARD

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE DE PHYSIQUE. 654 pages, petit in-8°, 354 gravures. 1903. J.-P. Garneau, Editeur, Québec........ $1 75

— Deuxième édition (sous presse), 1907.

MANUEL

DES

SCIENCES USUELLES

RÉDIGÉ CONFORMÉMENT AU PROGRAMME D'ÉTUDES DES ÉCOLES PRIMAIRES CATHOLIQUES DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

ZOOLOGIE — BOTANIQUE — MINÉRALOGIE

PAR

L'ABBÉ V.-A. HUARD, A. M.

DIRECTEUR DU *Naturaliste canadien*

PHYSIQUE—COSMOGRAPHIE—INDUSTRIE

PAR

L'ABBÉ H. SIMARD, A. M., S. T. D.

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ LAVAL (QUÉBEC)

OUVRAGE CONTENANT 234 GRAVURES

QUÉBEC

IMPRIMERIE ED. MARCOTTE

1907

IMPRIMATUR.

Quebeci, die 1ª Martii 1907.

† L.-N., Arch. Quebec



PRÉFACE

Le nouveau programme d'études de l'enseignement primaire, pour les écoles catholiques de la province de Québec, est devenu obligatoire en 1906. Pour la première fois, on y voit figurer une section dite des *Sciences naturelles ;* et c'est là — de la part du comité catholique du Conseil de l'Instruction publique—une innovation très heureuse, si l'on considère que, à notre époque plus qu'à aucune autre, la science se développe et se manifeste dans tous les domaines de la vie pratique. Il est nécessaire, aujourd'hui, que chacun possède, sinon des notions approfondies sur les phénomènes de la nature, au moins des « connaissances scientifiques usuelles », dont l'on aura à se servir tous les jours soit pour comprendre ce qu'on lit et ce qu'on entend partout, soit pour se rendre compte jusqu'à un certain point des merveilles de la création au milieu desquelles nous vivons — souvent sans les remarquer, soit enfin pour tirer meilleur parti des ressources que nous offrent les objets de la nature.

Le présent ouvrage a pour but d'aider le corps enseignant des écoles à donner l'instruction scientifique élémentaire, exigée par le nouveau programme d'études.

Des huit divisions inscrites par le Programme sous le titre de SCIENCES NATURELLES, nous avons laissé

de côté l'*Agriculture* et l'*Hygiène*, dont il existe déjà d'excellents traités en usage dans les écoles. Quant aux six autres branches scientifiques, nous en avons rédigé les éléments dans l'ordre suivant : *Zoologie*, *Botanique*, *Minéralogie*, *Physique*, *Cosmographie* et *Industrie*.

Dussions-nous quelquefois sortir un peu des limites du Programme, nous croyons devoir donner, de chacune des matières, un Traité complet, quoique très abrégé. Il nous semble que les membres du corps enseignant trouveront plus satisfaisant de posséder ainsi des tableaux d'ensemble, quelque restreints qu'ils soient, des différentes branches de l'histoire naturelle.

Mais, avant tout, nous devions avoir toujours présent à l'esprit, au cours de la préparation de cet ouvrage, le fait que la plupart des titulaires de l'enseignement n'auraient à compter sur aucun secours étranger, pour tirer de nos traités les notions scientifiques qu'ils ont à communiquer aux enfants dont l'instruction leur est confiée. Aussi, nous nous sommes efforcées, suivant d'ailleurs l'esprit du Programme, d'éloigner de ces pages tout caractère trop technique, et de rédiger un texte simple et clair que toute personne même médiocrement instruite puisse saisir facilement. L'exactitude, si nécessaire en tout travail scientifique, et la clarté : telles sont les qualités que, dans la mesure de nos capacités, nous avons tâché de donner à la rédaction de ce Manuel. Aussi nous espérons que, grâce à ce texte facile à comprendre et aux nombreuses gravures dont il est parsemé, les instituteurs et les institutrices en tireront aisément

les « leçons de choses » qu'ils doivent maintenant donner aux enfants sur les sciences naturelles, et dont ils n'auront pas de peine à faire la plus intéressante des matières de classe, tant l'histoire naturelle est propre à exciter et à satisfaire la curiosité de l'esprit humain.

Nous n'avons pas à donner ici d'indications sur la manière dont il faut traiter de ces sujets scientifiques pour en faire profiter les enfants. Le Programme, en effet, fournit à cet égard d'excellentes directions, dont les intéressés n'ont qu'à se bien pénétrer. Ils y verront, par exemple, que le moyen d'instruction par excellence, en ces leçons, c'est le procédé intuitif, qui consiste à faire voir aux élèves l'objet même dont on parle ou des objets analogues.

L'idéal, ce serait que chaque école eût un petit musée scolaire, contenant un nombre plus ou moins grand d'objets d'histoire naturelle, d'instruments de physique, etc., dont on se servirait pour illustrer les leçons orales sur les sciences usuelles. Beaucoup de collèges et de couvents possèdent déjà des collections scientifiques de ce genre, qui ne manqueront pas de devenir importantes avec le temps. Si l'on considère le zèle pour l'instruction publique qui se manifeste et s'accroît de plus en plus, il est permis de prévoir qu'un jour viendra où les pouvoirs publics s'occuperont de mettre à la disposition des instituteurs et institutrices les éléments de musées scolaires, qu'il sera facile d'augmenter ensuite et peu à peu avec le concours des élèves eux-mêmes. Mais un long temps s'écoulera sans doute avant que se réalisent des prévisions et des espérances de cette sorte.

En attendant, il est à souhaiter que les titulaires de l'enseignement voient leurs classes pourvues au moins de tableaux où soient figurés, en gravures coloriées, les principaux représentants des trois règnes de la nature, les plus importants instruments et phénomènes de physique et de cosmographie, et les machines industrielles les plus utiles à connaître. Il existe des tableaux muraux de ce genre, sur toile ou sur carton, publiés par la Maison Deyrolle, de Paris ; on peut voir la plupart de ces tableaux au Musée de l'Instruction publique, à Québec. Nous ne saurions trop recommander, aux commissions scolaires et aux institutions d'enseignement, l'acquisition d'un assortiment choisi de ces tableaux, dont l'emploi doublerait l'intérêt et l'efficacité des leçons sur les sciences usuelles.[1]

---

(1) Demander le *Catalogue* des Tableaux d'histoire naturelle et des autres sciences, à la Maison Deyrolle, 46, rue du Bac, Paris, France.

INTRODUCTION

GÉNÉRALITÉS SUR L'HISTOIRE NATURELLE

Par l'expression *Histoire naturelle*, ou *Sciences naturelles*, on entend la connaissance des corps naturels, animés ou inanimés, qui se trouvent à la surface ou dans l'intérieur du globe terrestre. Ces "corps naturels", ce sont les diverses espèces d'animaux et de plantes, et les minéraux de toutes sortes, comme les pierres, le diamant, l'or, le cuivre, etc.

On donne le nom de *règne animal* à l'ensemble des animaux qui existent à la surface du globe. Par son corps l'Homme fait partie du règne animal. Les plantes constituent le *règne végétal*; et les minéraux, le *règne minéral*.

La connaissance du règne animal s'appelle *zoologie*; celle du règne végétal, *botanique*; et celle du règne minéral, *minéralogie*.

Le *naturaliste* est l'homme qui étudie soit les trois *règnes* de la nature, soit l'un d'entre eux, ou seulement une partie de l'un de ces règnes. Mais si l'on veut désigner plus clairement l'objet de ses recherches et de ses études, on lui applique un nom d'une signification moins générale. Par exemple, on l'appellera: *zoologiste*, s'il s'occupe uniquement du règne animal; *entomologiste*, s'il n'étudie que les insectes; *botaniste* ou *minéralogiste*, suivant qu'il se consacre à l'étude des plantes ou des minéraux; etc.

Il y a de grandes différences entre les animaux, les plantes ou végétaux, et les minéraux :

L'*animal* naît, s'accroît en s'alimentant, est doué de sensibilité, peut se mouvoir d'un lieu à un autre, et finit par mourir.

Le *végétal*, lui aussi, naît, se développe en puisant dans l'air, dans l'eau ou dans le sol les substances qui lui sont nécessaires, et meurt au bout d'un temps plus ou moins long. Mais il n'est pas sensible, et ne peut se transporter d'un endroit à un autre.

Quant au *minéral*, il n'a pas de vie, ni de sensibilité, ni de mouvement. Il ne peut s'accroître que par l'extérieur. Sa durée est indéfinie, et se continue tant qu'il n'est pas détruit par des forces qui agiraient sur lui avec plus ou moins de violence.

ZOOLOGIE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

Par ZOOLOGIE on entend l'étude du règne animal. Cette branche de l'histoire naturelle, qui comprend la connaissance des animaux et de tout ce qui les concerne, se compose de trois divisions : l'*anatomie*, la *physiologie* et la *classification*.

Etudier les membres et les organes du corps de l'Homme et des animaux, rechercher par exemple quels sont les os, les muscles et les nerfs qui composent le bras humain ou la patte de l'animal : c'est de l'ANATOMIE.

S'occuper de savoir comment, sous l'influence de la vie, fonctionnent les organes du corps de l'Homme et des animaux, et les modifications qui s'opèrent par exemple dans la substance de la chair et des os par la respiration, par la digestion, etc.: c'est de la PHYSIOLOGIE.

Dans la CLASSIFICATION, on partage les animaux en différents groupes, on décrit leur apparence extérieure, leur genre de vie, et l'utilité que nous pouvons en retirer.

OUVRAGE A CONSULTER : *Traité élémentaire de Zoologie et d'Hygiène*, par l'abbé V.-A. HUARD.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

VUE D'ENSEMBLE SUR L'ANATOMIE ET LA PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

Par la volonté du Créateur, l'Homme est le roi de la création. Il use à son gré de tous les objets de la nature, qui ont été faits pour son utilité. Seul de tous les êtres vivants, il possède une intelligence, qui le dirige dans ses actes; lui seul, dans toute la nature visible, rend à Dieu un hommage volontaire. Après son court passage sur la terre, il retrouvera dans un autre monde une nouvelle vie qui n'aura pas de fin. Suivant qu'ici-bas il se sera conformé, dans sa conduite, à la volonté de Dieu, ou qu'il aura expiré sans s'être repenti de ses manquements aux lois divines, il jouira dans l'autre monde d'un bonheur inexprimable, ou il y sera puni éternellement par des supplices qui surpassent toute imagination.

Roi de la création par son intelligence et par l'empire qu'il exerce sur tout le monde visible, il doit à la munificence de son Créateur d'avoir un corps qui est comme le chef-d'œuvre de l'univers matériel. Les divers animaux ont des corps doués de qualités plus ou moins nombreuses; mais aucun de ces corps ne réunit autant de perfections que celui de l'Homme.

Il est déjà merveilleux que l'Homme puisse se tenir debout et en équilibre sur une surface aussi petite que celle de la plante des pieds, et regarder ainsi constamment le ciel et toute la nature.

Mais on peut aussi considérer le corps humain comme une machine, dont la perfection paraîtra très grande si on la compare aux machines fabriquées par les hommes.

Par exemple, une machine faite par les hommes ne peut accomplir qu'un seul travail et toujours le même, et elle l'exécute toujours de la même façon ; elle a besoin d'un surveillant qui en dirige le fonctionnement ; pendant qu'on la répare ou que l'on remplace l'une de ses pièces, il lui faut cesser d'être en opération.

Au contraire, la machine humaine, grâce à l'âme intelligente qui l'habite, possède en elle-même son mécanicien qui en surveille à tout instant les opérations. Elle exécute toute espèce de travaux, et souvent plusieurs à la fois, comme de *marcher*, de *manger*, de *parler*, etc. Elle est munie d'un instrument, la *main*, qui est le plus merveilleux outil que l'on puisse imaginer.—Par-dessus tout, c'est une machine qui pense, qui communique par la parole ou par les autres sens avec les autres êtres existants, qui peut modifier, à l'instant et suivant les circonstances, sa manière d'agir !—C'est une machine qui, sans cesser de fonctionner, augmente de volume dans son ensemble et dans toutes ses parties, jusqu'à ce qu'elle ait atteint les dimensions voulues par le Créateur ! L'œil du petit enfant, pendant qu'il grossit et jusqu'à ce qu'il atteigne le volume de celui de l'homme fait, voit toujours avec la même perfection.—C'est une machine qui, tout en continuant de fonctionner, se répare elle-même dans son ensemble et dans toutes ses parties ! Ce mode si étonnant de réparation se fait par le moyen du sang, qui reçoit, de l'*alimentation* suivie de la *digestion*, les éléments nutritifs qu'il va porter jusqu'aux dernières particules de la substance corporelle, par un système complet de canalisation, fonctionnant sous l'impulsion du cœur (qui est une sorte de pompe aspirante et foulante constamment en activité). Après avoir distribué à chaque organe les substances nutritives, le sang se charge, en revenant, de tous les déchets produits par l'exercice de la vie, et va s'en débarrasser au contact de l'air amené dans les poumons par la *respiration*.—C'est une machine qui peut se transporter elle-même d'un lieu à un autre, par la marche, le saut ou la course, grâce aux mouvements que les muscles, en se contractant sur eux-mêmes,

peuvent imprimer instantanément aux os qui composent la charpente (squelette) solide du corps humain !—C'est, enfin, une machine dont chacune des pièces est sous le contrôle constant et immédiat de son mécanicien ! Cela se fait par le *système nerveux* dont les ramifications s'étendent dans toutes les parties du corps, et que l'on peut comparer à une sorte de ligne télégraphique, ayant dans le cerveau comme son bureau central. Dès que, par exemple, l'intelligence décide qu'il faut fermer la main, une dépêche du "bureau central" (cerveau) porte à tels et tels muscles au moyen des *nerfs* l'ordre d'effectuer le mouvement désiré. Ou encore, si l'approche d'un charbon ardent menace de blesser un point quelconque de la peau, une dépêche en avertit à l'instant le "bureau central", qui lance aussitôt l'ordre aux muscles du membre intéressé ou, suivant le cas, de tout le corps, de s'éloigner du danger par le mouvement nécessaire.

Toutefois il y a des opérations de la machine humaine qui s'accomplissent sans qu'elles soient commandées et souvent même sans que l'on s'en aperçoive : telles sont la circulation du sang, la digestion, la respiration.—Puis il y a des pièces du mécanisme qui se réparent d'elles-mêmes et toutes seules, par le simple arrêt de leur travail, c'est-à-dire par le repos : tels sont les muscles, le cerveau et le système nerveux, qu'un repos plus ou moins long et complet (comme le sommeil de la nuit) remet en parfait état.

Par les considérations générales que nous venons de faire sur l'organisation et le fonctionnement du corps matériel que Dieu a donné à l'Homme, on a déjà une vue d'ensemble de l'anatomie et de la physiologie humaines, et même animales,—puisque le corps de l'Homme se rapproche par beaucoup de points du corps des animaux et n'en diffère que par une perfection bien plus grande. Dans les leçons qui vont suivre, nous étudierons plus en détail cet admirable mécanisme que Dieu a mis au service de l'âme et qui, joint à celle-ci, constitue l'Homme "fait à l'image et à la ressemblance" du Créateur.

CHAPITRE I

DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS ANATOMIQUES, OU ÉTUDE GÉNÉRALE SUR LA COMPOSITION DU CORPS DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

Lorsque l'on regarde une petite mouche à travers une loupe ou lentille de verre, elle paraît plus ou moins grossie suivant la force du verre. Avec un microscope, instrument formé de plusieurs lentilles, le grossissement devient beaucoup plus considérable.

Depuis l'invention du microscope, on a pu connaître la composition de la substance qui constitue les végétaux et le corps des animaux : car il y a beaucoup de ressemblance entre les plantes et les animaux, à ne considérer que la substance dont ils se composent. Mais ici nous n'avons à nous occuper que du corps de l'Homme et des animaux.

Or, à l'aide du microscope, on aperçoit d'abord, dans toute substance animale, une multitude de particules creuses, rondes, ovales ou d'autres formes. Ces particules, ce sont les *cellules*. Il y en a qui sont d'une telle petitesse que, suivant des calculs que l'on a faits, il en faudrait cinq millions pour égaler la grosseur de la moitié d'une tête d'épingle ordinaire. La graisse, ou le lard, est uniquement composée de cellules placées les unes à côté des autres. Tous les organes intérieurs du corps flottent pour ainsi dire dans un tissu composé de petites cellules de formes diverses, et qui communiquent entre elles. Les bouchers savent bien utiliser cette communication des cellules de ce tissu, lorsque, pour donner meilleure apparence à la viande de l'animal qu'ils viennent d'abattre, ils insufflent de l'air, à l'aide d'un soufflet fixé à travers la peau, dans toutes les parties de son corps.

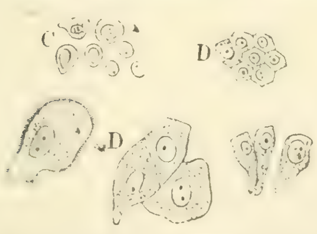


Fig. 1.—Cellules de formes diverses.

Outre les cellules, on trouve, en se servant du microscope, que la substance animale comprend aussi des filaments courts ou très allongés, mais extrêmement minces ; ce sont les *fibres*. La chair des animaux que nous mangeons se compose de fibres réunies en faisceaux plus ou moins épais et auxquels on donne le nom de muscles. On pourrait croire qu'avec sa fourchette on divise aisément en fibres la chair qui a été cuite ; mais on ne réussit de la sorte qu'à séparer des groupes de fibres liées ensemble ; car les véritables fibres sont beaucoup trop petites pour qu'on puisse les voir à l'œil nu.



Fig. 2. — Fibres réunies en faisceaux de formes diverses (1).

En résumé, nous pouvons dire que toute la substance du corps animal se compose de *tissu cellulaire* (ou formé de cellules) et de *tissu fibreux* (ou formé de fibres). Mais ces tissus se présentent sous des formes différentes, suivant les parties ou les organes du corps qu'elles constituent. C'est ainsi qu'il y a, dans le corps des animaux, une partie liquide (où il n'y a que des cellules) et une partie solide.

La partie liquide, c'est principalement le SANG, que des canaux ou tubes, se subdivisant à l'infini, transportent partout, tellement que l'on ne peut faire sur toute la surface du corps la moindre coupure ou égratignure sans rompre plusieurs de ces petites canalisations et voir le sang s'échapper. Mais nous étudierons plus loin, et avec assez de détails, le liquide sanguin.

Quant à la partie solide du corps de l'Homme et des animaux, elle comprend les *os* et les *muscles*.

L'ensemble des os constitue le squelette de l'Homme et des animaux, qui est comme la charpente de leur corps

(1) [illegible] du milieu [illegible] on voit un muscle en forme d'[illegible] terminé [illegible] par un tendon t. (Les tendons [illegible] les muscles aux os ou à d'autres muscles.)

et que recouvrent la chair et la peau. Les os comprennent une partie minérale et une partie molle ou organique. Lorsqu'un os a été exposé longtemps aux intempéries de l'air ou soumis à un feu très ardent, il perd cette partie organique, et devient léger et cassant. Chez les jeunes enfants, les os contiennent peu de substance minérale, et c'est pourquoi ils sont plus flexibles et moins faciles à casser que chez les personnes âgées. Les os sont attachés les uns aux autres par des ligaments très résistables. Sans la charpente des os, le corps ne pourrait évidemment se soutenir. Il y a pourtant des animaux dont le système osseux diffère beaucoup de celui de l'Homme et des quadrupèdes (Chien, Cheval, etc.) Par exemple, sans parler des poissons dont les arêtes sont des espèces d'os, il y a les mollusques et les insectes qui n'ont pas de charpente intérieure : mais l'enveloppe de leur corps est dure et solide, et l'on peut dire qu'ils ont leur système osseux entièrement à l'extérieur.

Les MUSCLES sont formés de faisceaux de fibres réunis ensemble dans une gaine ou membrane commune. Ils constituent ce qu'on appelle la *chair* des animaux, et tiennent une grande place dans l'alimentation.—Leur rôle dans le corps de l'animal, c'est de lui donner sa forme extérieure, et surtout de faire mouvoir, en se raccourcissant ou en s'allongeant sous l'influence des nerfs, les pièces du squelette auxquelles ils sont attachés. C'est ainsi qu'on ne saurait, par exemple, ouvrir ou fermer la main, sans mettre en action un certain nombre de nerfs et de muscles. Lorsque, dans une partie ou dans l'ensemble du corps, les nerfs ne peuvent plus faire mouvoir les muscles, il en résulte ce qu'on nomme une " paralysie " partielle ou générale.

CHAPITRE II

DE LA DIGESTION

Les êtres sans vie comme les minéraux, ne peuvent s'accroître que par l'extérieur. Par exemple, un morceau de cuivre ne grossira que si dans le sein de la terre et par suite de circonstances naturelles d'autre cuivre vient s'y ajouter et y adhérer.

Chez les êtres pourvus de la vie, comme les plantes et les animaux, l'accroissement se fait au moyen de substances prises à l'intérieur. Les végétaux, fixés au sol par leurs racines, y puisent au moyen de ces organes les sucs dont ils ont besoin pour s'accroître. Quant aux animaux, la Providence les a doués de la faculté d'agir par eux-mêmes et a laissé à leur initiative le soin de se procurer et de consommer les aliments, c'est-à-dire les substances qui leur permettent de se développer. Et pour qu'ils n'omettent pas de satisfaire à cette nécessité de se nourrir, Dieu a voulu que la sensation de la *faim* les avertisse de temps à autre du besoin qu'ils ont de manger.

Mais les animaux n'ont pas seulement à croître. La croissance, en effet, ne se produit que durant le jeune âge, et cependant la nécessité de prendre de la nourriture existe durant toute la vie. C'est que, 1°, pour maintenir le corps de l'animal à sa température nécessaire à l'exercice de la vie, il doit se faire constamment dans ses tissus une sorte de combustion qui y produit une chaleur convenable ; cette combustion résulte des transformations que subissent dans l'appareil digestif, une certaine classe d'aliments que l'on appelle pour cette raison *aliments combustibles*. Ces aliments sont formés surtout de trois substances combinées ensemble : deux gaz, l'hydrogène et l'oxygène, et une substance solide, le carbone (ou charbon). Comme exemple d'aliments combustibles, on peut citer : l'amidon, le sucre, l'huile ; en les décomposant, on constate qu'ils sont en effet constitués par les deux gaz et le solide que nous avons indiqués. Eh bien, l'animal doit

consommer une certaine quantité de ces sortes d'aliments, pour entretenir en lui la température convenable. En outre, 2. l'exercice de la vie, le fonctionnement des organes, et surtout le travail, produisent une détérioration constante de tous les éléments dont se compose le corps animal, qui s'use ainsi continuellement. Chacun de ses éléments constitutifs devient à son tour impropre à être utilisé de nouveau ; il doit être remplacé par des particules nouvelles, et être même rejeté en dehors du corps de l'animal. C'est le sang, comme nous le verrons plus tard, qui apporte sans cesse à chaque organe les éléments propres à le reconstituer et qui enlève les éléments hors d'usage. Le sang lui-même reçoit les substances propres à réparer à mesure tous les tissus, d'une certaine classe d'aliments, que pour cela l'on qualifie de *réparateurs*. Ces sortes d'aliments se composent aussi d'hydrogène, d'oxygène, de carbone et d'un autre gaz nommé *azote* (c'est la présence de ce gaz qui fait aussi donner à ces aliments le qualificatif d'*azotés*. Les œufs, la viande, le lait sont de ces aliments réparateurs. Il faut donc conclure de ces explications que l'animal doit consommer une certaine quantité d'aliments azotés, pour la réparation continuellement nécessaire de ses tissus.

On voit bien, maintenant, pourquoi dans le jeune âge l'appétit est généralement considérable. C'est que le jeune animal a besoin d'une alimentation plus abondante, non seulement pour maintenir sa température et réparer ses tissus, mais aussi pour répondre à sa croissance plus ou moins rapide.

L'un des phénomènes les plus merveilleux qui se produisent dans l'alimentation de l'animal, c'est celui qui consiste en ce qu'un même aliment sert à *reconstituer* tant de tissus et d'organes divers. Le pain, la viande, le lait que nous mangeons, tout cela deviendra à la fois œil, oreille, os, chair et nerf ! Mais combien de transformations n'auront pas à subir toutes ces substances avant de faire ainsi partie des organes et des tissus ! Eh bien, c'est précisément l'ensemble de ces transformations,

nécessaires pour que les aliments deviennent assimilables, c'est-à-dire propres à être incorporés dans la substance animale, que l'on nomme DIGESTION.

Pour bien se rendre compte de la manière dont cette fonction de la digestion s'opère, il est nécessaire de suivre un aliment quelconque à travers les organes de l'appareil digestif, et de voir les modifications dont il est l'objet dans chacun de ces organes. L'appareil digestif peut se comparer, en une certaine mesure, à une usine où la matière première reçoit des formes successives en passant par les machines diverses qui constituent son outillage. Voyons donc brièvement comment s'effectue le travail dans les différentes pièces de l' " usine digestive ".

Bouche. — Ici se trouve l'organe du *goût* ; ici se fait l'articulation des sons. Mais surtout, c'est ici que les aliments sont *broyés* par les *dents*. Il y a tout intérêt à garder la nourriture longtemps dans la bouche, soit pour la mâcher beaucoup, et la réduire en une sorte de pâtée, soit pour l'imbiber le plus possible de la salive fournie par les glandes parotides situées près des oreilles: ces deux conditions faciliteront de beaucoup le travail subséquent de l'estomac. On ne saurait commettre de plus grande erreur que d'avaler sans mâcher, et de croire que l'on sauve ainsi du temps. Ce que l'on obtient plutôt par cette manière de faire, c'est de retarder et d'entraver les fonctions de l'estomac, à qui l'on impose de la sorte de travailler sur des matériaux qui lui arrivent sans être convenablement préparés.

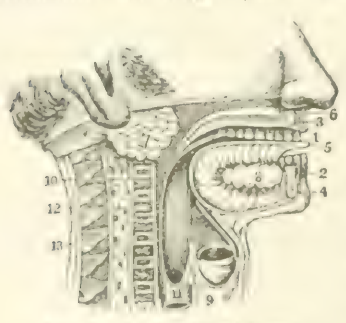


Fig. 3 — [illegible]

Fig. 3. — 1, [illegible] supérieure; — [illegible] — 7, glande parotide; — 8, glande sous-linguale; — 9, trachée-artère; — 10, 11, œsophage; — 12, colonne vertébrale; — 13, moelle épinière.

LES DENTS sont de trois espèces : les *incisives* (servant à trancher), les *canines* (propres à déchirer), et les *molaires* (qui broient les aliments). Tout le monde sait que les dents ont d'une à quatre racines, et que leur partie supérieure se nomme *couronne*, laquelle est recouverte d'une substance très dure nommée *émail*. L'enfant a 20 dents, désignées sous le nom de *dents de lait*. La seconde dentition, qui comprend 32 dents, se produit depuis sept ans, et ne se complète souvent qu'après l'âge de vingt ans. Au bout de chaque racine des dents arrivent une artère et une veine, pour la circulation du sang à l'intérieur, et un nerf qui nous avertit, le cas échéant, des maladies de la dent.



Fig. 4. Les 8 dents d'une moitié de la mâchoire supérieure de l'Homme.

Chez les animaux, la dentition varie suivant le genre d'aliments qu'ils consomment. Ceux qui se nourrissent de chair (Lions, Chiens, Hyènes, etc.), d'insectes (Chauves-Souris, Taupes, etc.), de fruits (Ours, Singes, etc.), ont un système dentaire qui se rapproche plus ou moins de celui de l'Homme. Les rongeurs (Castors, Lièvres, Rats, etc.), ont quatre longues incisives, pas de canines, mais de larges molaires. Les herbivores n'ont guère que des molaires plates et striées. Chez les Baleines, les fanons remplacent les dents, comme aussi le bec corné en tient lieu chez les oiseaux et les Tortues. Enfin, les Serpents, les Lézards et la plupart des poissons ont des dents nombreuses.

ESTOMAC.—Sorte de large sac membraneux, placé à la partie supérieure de l'abdomen, du côté gauche. Toute sa surface intérieure est comme criblée de petits réservoirs, dont on porte le nombre à cinq millions, et qui

Fig. 4. 1, les deux *incisives*. 2, la *canine* (ou dent de l'œil). 3 et 4, les cinq *molaires*.

produisent le *suc gastrique*, substance acide qui agit fortement sur les aliments[1]. — Car c'est l'estomac qui est le principal laboratoire de la digestion.

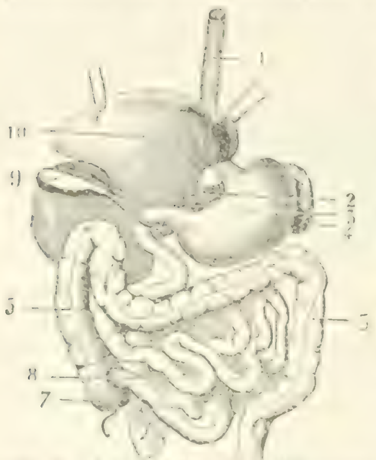


Fig. 5. — Appareil digestif de l'Homme.

Bien divisés par la mastication et imbibés de salive, les aliments passent dans l'arrière-bouche, pour s'engager dans l'œsophage (Fig. 3, 10, 11 ; Fig. 5, 1). Le voile du palais devient horizontal et ferme l'ouverture des fosses nasales; de même, une autre "trappe", l'épiglotte, s'abaisse sur l'ouverture de la trachée-artère (Fig. 3, 9) : de cette façon, les aliments ne peuvent ni monter dans le nez, ni descendre dans le conduit respiratoire qui mène aux poumons, et n'ont plus d'autre voie à suivre que l'œsophage qui reste seul ouvert. Par ses contractions, l'œsophage fait descendre les aliments jusqu'à l'estomac.

L'estomac lui-même, lorsqu'il contient des aliments, se contracte successivement dans ses diverses parties : il en résulte que les aliments sont fortement agités et par suite sont imbibés plus complètement par le suc gastrique, qui est produit abondamment lorsque les aliments séjournent dans l'estomac. Le suc gastrique se mêle donc aux aliments (venus de la bouche à l'état de pâte molle), les amollit encore, les fait fermenter, et les réduit alors à l'état d'une pâte grisâtre presque liquide.

Fig. 5. — 1, œsophage. — 2, pancréas. — 3, estomac. — 4, rate. — 5, côlon. — 7, cæcum à l'extrémité duquel on voit le filament nommé *appendice*. — 8, intestin grêle. — 9, vésicule biliaire, fixée sur le foie. — 10, un des lobes du foie (soulevé pour laisser voir sa face inférieure).

(1) L'abus des boissons alcooliques détruit ces glandes ou [illegible], et cause de la sorte de graves désordres dans l'appareil digestif.

A ce moment, une partie des aliments est déjà digérée, c'est-à-dire propre à entrer immédiatement dans le sang et à servir à la nutrition des diverses parties du corps : ce sont les boissons et les substances azotées (œufs, viande, lait, etc.)

Intestin. — C'est un tube diversement contourné, et qui peut atteindre chez l'Homme une longueur de 36 pieds ou plus. Il est divisé en gros intestin (côlon) et intestin grêle (Fig. 5.) — Pour en revenir à la digestion, les substances grasses et les substances féculentes (pommes de terre, etc.) passent peu à peu de l'estomac dans l'intestin, où elles achèvent de se transformer sous l'action de la bile (produite par le foie) et d'autres sucs qui s'y déversent. C'est le troisième degré de la digestion, durant lequel se produisent de nouveaux liquides nutritifs qui à travers l'intestin sont à leur tour déversés dans le sang et transportés par lui dans tout le corps. (Le premier acte ou degré de la digestion s'est passé dans la bouche ; et le deuxième, dans l'estomac.)

L'appareil digestif des animaux mammifères ressemble à celui de l'espèce humaine que nous venons de décrire. Toutefois, les ruminants (Bœuf, Mouton, etc.) ont quatre estomacs où les végétaux qu'ils consomment en abondance se digèrent en passant de l'un à l'autre. — Les oiseaux et les insectes ont ordinairement trois estomacs (dont le *jabot* et le *gésier*). — Chez les poissons et les reptiles, l'estomac n'est pas toujours beaucoup distinct de l'œsophage. — Enfin, à mesure que l'on descend jusqu'aux animaux les moins parfaits, l'appareil digestif se simplifie de plus en plus.

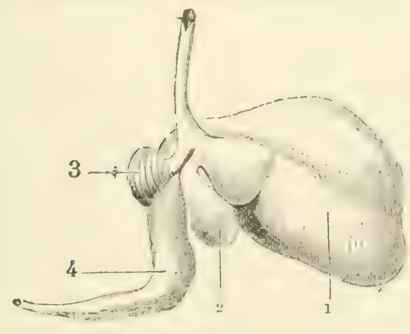


Fig. 6. — Les 4 estomacs du Mouton.

Fig. 6.—1, la panse (1er estomac).—2, le bonnet (2e estomac).—3, le feuillet (3e estomac).—4, la caillette (4e estomac).

CHAPITRE III

DE LA CIRCULATION DU SANG

Quand les aliments ont été digérés, c'est à dire rendus propres à s'incorporer à la substance même de l'Homme ou de l'animal, ils sont déversés dans le sang, qui les reçoit ou de l'estomac ou des intestins, suivant que leur transformation s'est achevée dans l'un ou dans l'autre de ces organes.

Puisque le sang est chargé de distribuer les éléments nutritifs à toutes les parties du corps, il pénètre donc partout dans l'organisme animal? — En effet, il n'y a pas une partie du corps où le sang n'existe pas. Ce liquide se rend ainsi partout grâce à un système complet de canalisation, composé des *artères*, des *veines* et des *vaisseaux capillaires*.

Mais pour que le sang puisse ainsi distribuer ses provisions, il est donc animé de mouvement? — Il en est ainsi : le sang est toujours en mouvement, et à chaque demi-minute il fait le tour complet de l'organisme.

Est-il possible de comprendre comment il se fait que le sang puisse être ainsi continuellement en mouvement? — C'est très facile à comprendre, puisqu'il suffit pour cela de savoir qu'il y a un moteur qui agit sans cesse sur le sang, et de telle sorte qu'à la fois il le pousse dans un sens et l'attire dans un autre. Ce moteur extraordinaire, qui pousse le sang en arrière et le tire en avant, c'est le *cœur*. Une petite étude de chacun des organes du système circulatoire fera mieux saisir cette admirable fonction de la CIRCULATION, laquelle consiste précisément dans cette marche incessante du sang qui parcourt tout le corps et revient à son point de départ pour reprendre encore sa course.

SANG. — C'est un liquide d'une belle couleur rouge, d'une température élevée, et si nécessaire à la vie que l'animal qui en perd une partie notable, sent aussitôt sa vigueur diminuer et peut même succomber plus ou moins vite. Chez un Homme de taille moyenne, il y a 5 ou 6 pintes de sang.

Lorsqu'on examine au microscope une goutte de sang, on constate que le sang se compose d'une partie liquide et d'une partie solide. La première, qui est presque incolore, est aux trois quarts constituée par de l'eau contenant en dissolution diverses substances, qui proviennent surtout des aliments digérés et aussi des gaz (*oxygène*, lorsque le sang sort du cœur, et *acide carbonique*, lorsqu'il y retourne). La partie solide du sang se compose de globules extrêmement petits, dont les plus nombreux sont rouges et donnent sa couleur caractéristique au liquide sanguin. Cinq ou six millions de globules ne dépasseraient pas le volume d'une tête d'épingle.



Fig. 7. Les globules du sang.

CŒUR. — Voici le moteur qui est chargé de faire circuler le sang dans tout le corps. Chez l'Homme, le cœur est à peu près de la grosseur du poing; il est fixé dans la poitrine, entre les deux poumons. Pour un organe dont le volume est si petit,

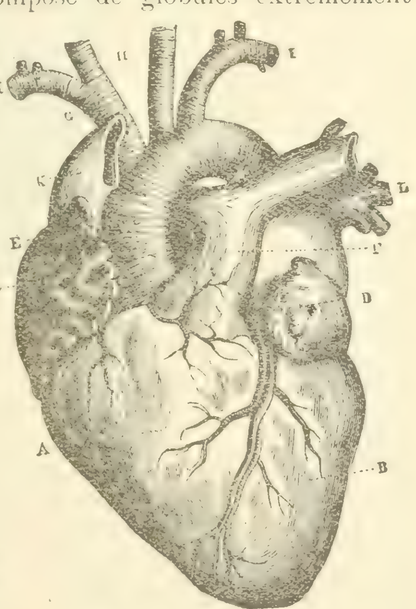


Fig. 8. Cœur de l'Homme.

Fig. 7. — 1 et 2, globules rouges et globules blancs du sang humain. Globules rouges du sang d'oiseau (3), de reptile (4), de poisson (5).

Fig. 8. — A, ventricule droit. — B, ventricule gauche. — C, oreillette droite. — D, oreillette gauche. — E, artère aorte. — F, artère pulmonaire. — K, veine cave supérieure. — L, veines pulmonaires.

sa force est considérable. Et son travail est continuel durant toute la vie, à l'état de veille comme pendant le sommeil. Un arrêt d'un instant causerait une syncope, et même la mort si l'accident se prolongeait un peu.

Ainsi que la gravure 9 le montre bien, le cœur comprend quatre cavités. Comme il n'existe pas de communication entre les cavités de droite et celles de gauche, le cœur est divisé du haut en bas en deux parties indépendantes, et l'on pourrait dire qu'il y a en réalité deux cœurs joints ensemble. Les cavités supérieures se nomment: *oreillette droite*, et *oreillette gauche*; les cavités inférieures sont: le *ventricule droit* et le *ventricule gauche*. Chaque oreillette communique par une valve avec le ventricule situé du même côté.—Nous verrons un peu plus tard quel est le rôle des diverses parties du cœur dans la circulation du sang.

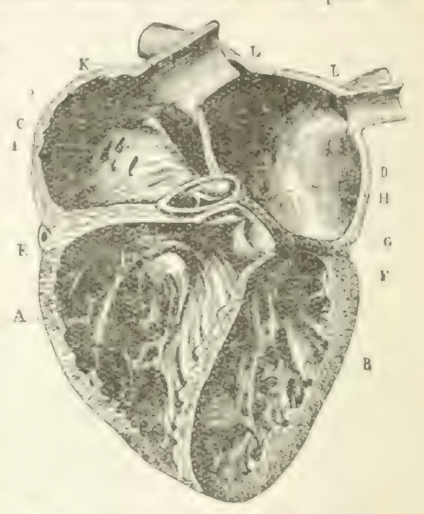


Fig. 9. – Les 4 cavités du cœur humain.

Artères.—On donne ce nom aux vaisseaux (ou canaux) dans lesquels le cœur pousse le sang pour le faire parvenir dans toutes les parties du corps. Ces tubes ou canaux, d'abord assez gros, se divisent ensuite en branches moins fortes et se ramifient de plus en plus, de façon à se répandre dans tout l'organisme. Les artères sont en général situées à l'intérieur des tissus, ce

Fig. 9.—A, ventricule droit.—B, ventricule gauche.—C, oreillette droite.—D, oreillette gauche.—G, ouverture de l'artère pulmonaire.—H, ouverture de l'artère aorte.—I et K, veines caves.—L, L, ouvertures des veines pulmonaires.

qui les met à l'abri des blessures ordinaires. Lorsque par suite d'un accident une artère se trouve ouverte ou coupée, il est extrêmement important de prendre des moyens énergiques d'empêcher le sang d'en sortir, parce que le liquide sanguin pourrait, sous l'impulsion continuelle du cœur, s'écouler par cette ouverture, ce qui amènerait promptement la mort.

Au poignet et aux tempes, où passent près de la surface des artères assez fortes, on sent à la pression du doigt chacun des chocs imprimés au sang par les poussées ou battements du cœur : c'est ce que l'on nomme le *pouls*. Ces chocs ou pulsations sont au nombre d'environ 70 à la minute, chez l'adulte ; de 115 à 130, chez le jeune enfant ; de 140, chez les oiseaux, et seulement de 20 à 24 chez les poissons..

La principale et la plus grosse artère se nomme *aorte* : c'est elle qui reçoit du cœur tout le sang destiné à la circulation générale.

VEINES.—C'est par les tubes, minces et blancs, nommés *veines*, que le sang revient au cœur après avoir rempli son rôle en parcourant l'organisme. Le sang contenu dans les veines a perdu son gaz oxygène et s'est chargé de déchets : c'est ce qui explique qu'il n'ait plus la couleur rouge vif, et qu'il soit devenu noirâtre. Il paraît bleu à travers la peau, dans les veines de la surface (par exemple à l'extérieur de la main).

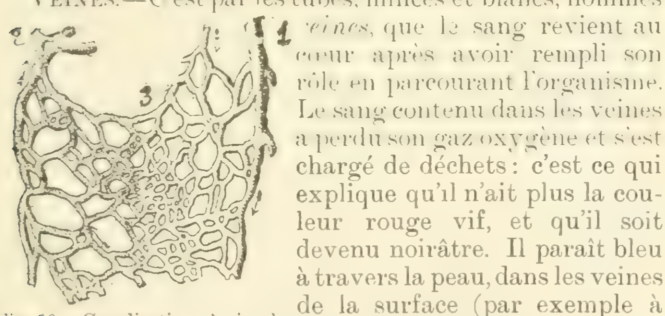


Fig. 10.—Canalisation où circule le sang.

VAISSEAUX CAPILLAIRES.—Ces vaisseaux sont extrêmement petits. Ils ne sont pas disposés en rameaux, comme les artères et les veines : mais ils forment une sorte de réseau, où viennent aboutir les artères et où commencent les veines. Ils existent en très grand nombre dans toutes les parties du corps, et l'on ne saurait

Fig. 10.—1, les artères.—2, les veines.—3, les vaisseaux capillaires.

guère enfoncer une pointe d'aiguille en un endroit quelconque de la peau sans blesser plusieurs centaines de ces petits tubes. C'est dans les vaisseaux capillaires que le sang accomplit son œuvre : en y passant, il se dépouille de son vivifiant oxygène et des principes nutritifs qu'il amenait ; en retour, il se charge de gaz acide carbonique et d'autres déchets inutiles, et en débarrasse l'organisme.

Comment se fait la circulation du sang

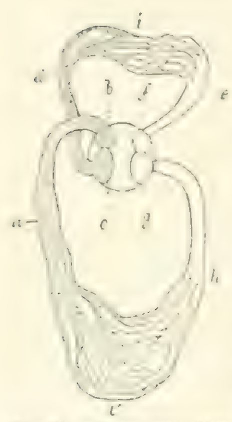


Fig. 11.—Représentation de la circulation du sang.

Il sera facile maintenant, à l'aide des notions que nous venons d'exposer et en considérant la vignette ci-jointe, de comprendre parfaitement ce que c'est que la circulation du sang.

Dans cette gravure, le cercle central représente le cœur ; les canaux *blancs* figurent les artères, remplies de sang pur et vermeil, et les canaux *noirs* sont les veines chargées de sang impur et noirâtre. En *i* sont les vaisseaux capillaires des poumons, et en *i'* les vaisseaux capillaires des autres parties du corps.

Imaginons donc le ventricule gauche *g* rempli de sang purifié, bien aéré et enrichi d'éléments nutritifs. Ce ventricule se contracte, se resserre (ce qui arrive à chaque demi-minute), et le sang qui s'y trouve ainsi comprimé s'échappe avec force par les artères *h*, pour s'écouler à travers tout le corps. Parvenu dans les vaisseaux capillaires, qui existent en nombre immense dans toute la substance corporelle, le liquide sanguin abandonne en les traversant son gaz oxygène et ses éléments nutritifs, qui vont servir à réparer et à nourrir tous les tissus.—Au sortir de ces vaisseaux capillaires, le sang est devenu noirâtre. Pourquoi ? Parce qu'il est appauvri et que même il s'est chargé de gaz acide carbonique (qui est irrespirable et comme vénéneux) et d'autres déchets

produits par l'exercice de la vie. C'est par les veines, représentées en *a*, qu'il s'en revient au cœur. Mais en passant à travers les intestins et l'estomac il recueille les produits nutritifs élaborés par la digestion, et qu'il distribuera lors de sa prochaine course.—Dès qu'il a pénétré dans le cœur par l'oreillette droite *b*, celle-ci se contracte et le force par là-même à descendre dans le ventricule droit *c*.—Lorsque ce ventricule droit, en se dilatant, s'est rempli de sang, il se contracte aussitôt et pousse le liquide sanguin dans un conduit *d*, qui le fait pénétrer dans les vaisseaux capillaires *i* des poumons. C'est là, au contact de l'air amené par la respiration (fonction dont il sera traité au chapitre suivant), que le sang se débarrasse de tous les déchets dont il est chargé, et qu'il renouvelle sa provision de gaz oxygène. Il redevient alors pur et de couleur rouge, et se précipite par les veines pulmonaires *e* vers le cœur, dont l'oreillette gauche *f*, en se gonflant, l'a attiré par le vide qui s'y est fait. Aussitôt, cette oreillette gauche se resserre et pousse tout le sang qu'elle contient vers le ventricule gauche *g*, d'où il s'élance pour recommencer sa course. Ce sont justement ces contractions et dilatations successives du cœur dont le choc se fait sentir dans les artères par les pulsations du pouls. Et, comme on le voit, chacune des quatre cavités du cœur joue à son tour le rôle de pompe aspirante et foulante.

En résumé, le côté gauche du cœur attire le sang rouge des poumons et le pousse à travers tout le corps ; le côté droit du cœur attire le sang noir des veines et l'envoie se purifier dans les poumons.

La circulation, telle qu'elle vient d'être décrite, existe chez l'Homme, les mammifères et les oiseaux.—Les Crapauds, les Grenouilles et les reptiles ont un cœur à deux oreillettes, mais à un seul ventricule.—Chez les poissons, le cœur, placé généralement sous la gorge, n'a qu'un ventricule et une oreillette ; leur sang est rouge, mais froid.—Le cœur des Ecrevisses et autres animaux crustacés ne se compose que d'un ventricule.—Les insectes et les Araignées n'ont pas de cœur véritable, mais seulement des canalisations où circule le sang.

CHAPITRE IV

DE LA RESPIRATION

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, lorsque le sang revient au cœur après avoir parcouru tout le corps de l'animal, le cœur l'envoie passer par les poumons avant de le pousser de nouveau à travers toutes les parties du corps. C'est que, après avoir parcouru une fois l'organisme, le sang est chargé d'acide carbonique (qui se compose de charbon [1] et de gaz oxygène) et qu'il est devenu comme un véritable poison, capable de porter la mort dans les organes auxquels il arriverait. Venant en contact avec l'air dans les poumons, le sang se purifie en se débarrassant de son acide carbonique, ainsi que l'indique bien la belle couleur rouge qu'il reprend alors. Cet échange, par lequel l'acide carbonique du sang de l'animal est remplacé continuellement par une égale quantité de gaz oxygène, c'est ce que l'on appelle *respiration*.

Nous avons dit que le sang noir, avant d'être purifié dans les poumons, est impropre à la vie et capable d'amener la mort s'il était renvoyé en cet état aux organes. Rien ne démontre mieux la vérité de cette assertion que ce qui se passe dans la mort par submersion. Car une personne se noie non pas parce qu'elle a avalé une trop grande quantité d'eau, mais bien parce que, l'air ne pouvant plus pénétrer dans ses poumons, son sang retourne dans l'organisme sans être purifié, et y porte rapidement avec lui l'empoisonnement et la mort. Cet exemple fait bien voir la nécessité de la purification continuelle du sang et l'importance du rôle que joue dans la vie animale la fonction de la respiration.

En traitant de la circulation du sang, on a vu que c'est le côté droit du cœur qui à chaque instant pousse le liquide sanguin vers les poumons dans lesquels il vient en contact avec l'air atmosphérique pour s'y revivifier.

---

(1) Dans le cours d'une journée, l'adulte rejette ainsi de ses poumons plusieurs onces de charbon.

Il reste à voir comment l'air est amené dans les poumons pour y remplir son rôle de purification. En d'autres termes, nous avons ici à étudier l'appareil et le fonctionnement de la respiration.

TRACHÉE-ARTÈRE.—L'air pénètre dans la poitrine par la bouche ou par le nez ; mais c'est par les ouvertures du nez qu'il vaut mieux respirer, pour que l'air n'arrive ni trop froid ni trop sec dans les bronches, si faciles à irriter. L'air s'engage d'abord, par le fond de la bouche, dans le

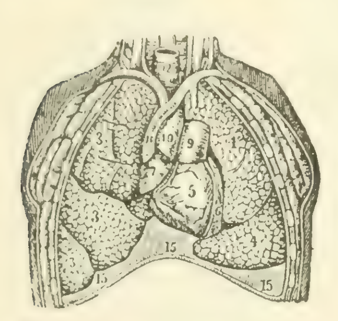


Fig. 12.—Le cœur et les poumons.

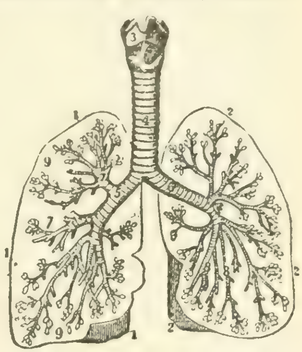


Fig. 13.—Les bronches et leurs divisions.

larynx (qui est l'organe de la voix), puis dans la *trachée-artère* qui en est la continuation. Cette trachée-artère (Fig. 12, 12 ; Fig. 13, 4) est un tube cartilagineux, long de quatre pouces environ, et situé en avant de l'œsophage.

BRONCHES.—La trachée-artère se divise, à sa base, en deux forts rameaux (Fig. 13, 5, 6) nommés *bronches* et qui entrent dans les poumons, où ils se divisent et se subdivisent à l'infini, en tubes de plus en plus fins. A l'extrémité des derniers de ces tubes, il y a de petits sacs remplis d'air : ce sont les *alvéoles pulmonaires*. Tout

---

Fig. 12.—3, 3, 3, les lobes du poumon droit.—4, 4, les lobes du poumon gauche.—5, 6, 7, le cœur.—9, 10, 11, les gros vaisseaux du sang.—12, la trachée-artère.—15, 15, 15, le diaphragme, membrane qui sépare la poitrine de la cavité abdominale.

Fig. 13.—1, 1, 1, contour du poumon droit.—2, contour du poumon gauche.—3, larynx.—4, trachée-artère.—5, 6, 7, 8, subdivisions des bronches.—9, 9, les alvéoles ou cellules à air.

à l'entour de chacune de ces alvéoles, déjà si petites, se trouvent jusqu'à quinze ou vingt cavités, nommées *vésicules pulmonaires*. Grâce à ces replis ou cavités qui sont en nombre si considérable dans la substance pulmonaire, la surface totale baignée par l'air qui entre dans les poumons est d'à peu près 600 pieds carrés.

POUMONS.—Ces organes ont l'apparence de masses spongieuses de couleur rosée. Il y en a deux chez l'Homme. Ils sont placés dans la poitrine, protégés par les côtes et séparés par le cœur (Fig. 12). Le poumon droit est divisé en trois lobes ; le poumon gauche n'en a que deux. Chaque poumon est enveloppé d'une membrane, nommée la *plèvre*. C'est l'inflammation de la plèvre qui constitue la maladie désignée sous le nom de pleurésie.

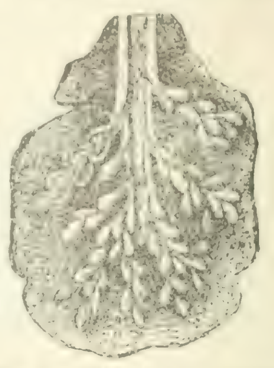


Fig. 14.—Vésicules pulmonaires.

Le tissu (1) des poumons est mou et élastique. Il est parcouru en tous sens par les plus petites ramifications des bronches et des conduits sanguins. Les tubes remplis de sang et les tubes remplis d'air viennent donc partout en contact. Et il n'y a plus qu'une membrane extrêmement mince qui sépare le sang et l'air. Dans le sang veineux qui passe par les poumons, il y a beaucoup de gaz acide carbonique et peu de gaz oxygène ; dans l'air amené par la respiration il y a beaucoup d'oxygène et peu d'acide carbonique. L'oxygène, abondant dans l'air aspiré, et l'acide carbonique abondant dans le liquide sanguin ne sont donc séparés l'un de l'autre que par une membrane très mince.—Or, d'après une loi bien certaine de la nature physique, lorsque des liquides ou des gaz, qui diffèrent entre eux, ne sont séparés que par une membrane, ils passent à travers cette membrane de façon à

(1) Ce que l'on nomme vulgairement le "mou" chez les animaux de boucherie, c'est le poumon.

ce que ces liquides ou ces gaz deviennent d'égale composition des deux côtés de la cloison. C'est d'après cette loi naturelle que, dans les poumons, l'acide carbonique passe du sang dans les canaux des bronches (pour se dégager ensuite dans l'atmosphère), et que l'oxygène passe des conduits à air des bronches dans les vaisseaux sanguins. Toute la fonction de la respiration se résume ainsi en deux mots.—Le sang s'est débarrassé de son acide carbonique et des autres déchets, comme la vapeur d'eau, qu'il contenait, et il a renouvelé sa provision d'oxygène. Il est redevenu bien pur et sa couleur est vermeille ; en outre, il contient encore les éléments nutritifs, produits de la digestion, qu'il avait recueillis avant de passer par les poumons. Il est donc tout prêt à parcourir le corps de l'animal, et à porter aux divers organes la nourriture et l'oxygène dont ils ont besoin pour se réparer, se réchauffer et se développer. Aussi, à ce moment, une pompe aspirante (oreillette gauche du cœur) fait sortir le sang des poumons ; et une pompe foulante (ventricule gauche du cœur) le pousse dans les artères, qui le conduisent dans tout le corps.

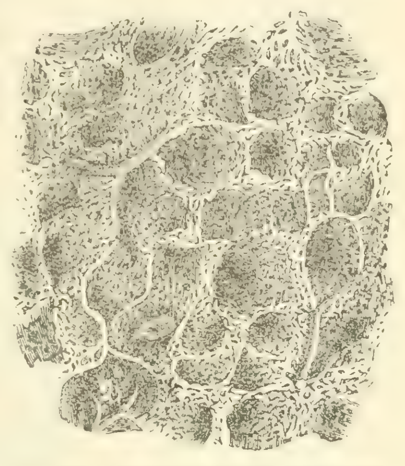


Fig. 15. Tissu des poumons, et les vaisseaux capillaires qui le parcourent.

Il y a habituellement et à la fois, dans les poumons, environ deux pintes de sang et un égal volume d'air. Ces quantités peuvent augmenter ou diminuer, suivant que les poumons se dilatent ou se resserrent.

Comment se fait la respiration

Les poumons et le cœur sont les seuls organes intérieurs qui sans cesse augmentent ou diminuent leur volume, c'est-à-dire qui se dilatent et se contractent sans arrêt. Aussi la cage de la poitrine qui les renferme, et qui les protège contre tout choc, est organisée pour se prêter à ces variations de volume. Cette cage, nommée *thorax*, est formée par les vingt-quatre *côtes* (douze de chaque côté) qui s'attachent en arrière à la colonne vertébrale, et en avant au sternum (os plat qui descend du cou au " creux de l'estomac "). La cavité de cette cage est fermée, au-dessous, par une membrane nommée *diaphragme*, qui au repos a la forme d'une voûte et qui est comme le toit de la cavité abdominale.

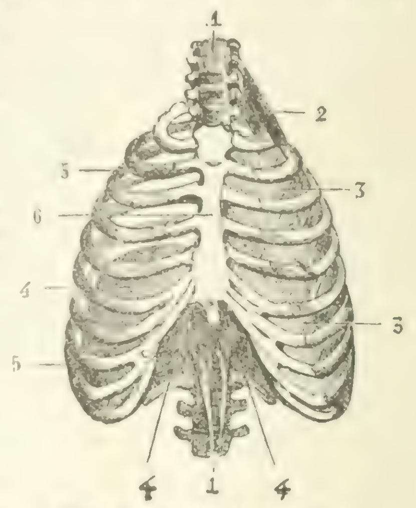


Fig. 16.—La cage de la poitrine.

Eh bien, voici ce qui se passe 15 à 18 fois par minute, dans la cavité thoracique ou de la poitrine.—Le diaphragme se contracte, et par suite sa voûte s'aplanit ; en même temps certains muscles relèvent et redressent les côtes auxquelles ils sont attachés. La cavité du thorax est donc agrandie par ces mouvements et les poumons, qui sont de nature élastique, se dilatent ; l'air qui s'y trouvait ne peut plus suffire à remplir la masse pulmonaire, une sorte de vide s'y produit, et l'air atmosphérique

Fig. 16.—1, 1, colonne vertébrale.—2, muscles qui servent à élever les côtes.—3, 3, muscles qui [illegible] entre les côtes.—4, 4, voûte du diaphragme.—5, 5, côtes.—6, os plat de la poitrine, nommé sternum.

se précipite, pour le combler, à travers les fosses nasales et la trachée-artère. C'est là ce qu'on nomme l'*inspiration*, qui introduit chaque fois à peu près une demi-pinte d'air dans les poumons.—Au bout de quelques secondes, le diaphragme reprend sa forme de voûte, les muscles se relâchent et les côtes s'abaissent. La cavité de la poitrine se trouve alors diminuée, et les poumons, se resserrant sous la pression qui se produit, compriment l'air qu'ils contiennent et en forcent une partie à sortir par la trachée-artère et les fosses nasales. C'est là ce qu'on nomme l'*expiration*. Durant toute la vie, et sans aucun arrêt, l'inspiration et l'expiration se succèdent de la sorte, de façon que le sang puisse être soumis continuellement à l'influence de l'air et subir la purification qui lui est nécessaire.

Importance de la pureté de l'air qu'on respire

Des faits et des explications qui précèdent, chacun doit conclure qu'il y a un intérêt souverain, pour le maintien de la santé, à ne respirer que l'air le plus pur possible, c'est-à-dire qui contienne la proportion convenable d'oxygène. C'est à la campagne, et en plein air, qu'existent les meilleures conditions pour la respiration et le salutaire fonctionnement des poumons.

Comme la plupart des hommes doivent passer une partie plus ou moins considérable de leur vie en des espaces clos, maisons, etc., il importe que l'air y soit renouvelé aussi souvent qu'il se peut, surtout si plusieurs individus se trouvent réunis dans ces espaces, où l'air ne peut rester propre à la respiration que durant un temps bien court. En effet, comme chaque personne inspire près de 500 pintes d'air par heure pour en extraire l'oxygène, on voit que dans une chambre la provision de ce gaz précieux doit s'épuiser promptement.—Mais ce n'est pas tout. Chaque individu renvoie par l'expiration un volume à peu près égal d'air vicié par l'acide carbonique, la vapeur d'eau et des substances organiques. Si donc l'on ne renouvelle pas souvent l'air d'une chambre, les individus

qui s'y trouvent en arrivent bientôt à respirer un air qui a déjà été utilisé plusieurs fois et qui de plus en plus devient impropre à la purification du sang. On a là l'explication du malaise que l'on éprouve parfois après avoir pris part d'une façon un peu prolongée à quelque réunion nombreuse tenue dans une salle trop hermétiquement fermée. Des accidents mortels ont démontré le danger de pareilles situations. Les questions d'espace et de ventilation, relativement aux locaux scolaires, ont donc une grande importance.

La respiration chez différents animaux

C'est l'appareil respiratoire de l'Homme que nous avons étudié dans les pages précédentes. Toutes les espèces d'animaux mammifères ont une respiration pulmonaire du même genre.—Chez les oiseaux, l'entrée et la sortie de l'air ne sont provoquées que par le jeu des côtes. En outre, les ramifications des bronches communiquent avec des sacs à air placés dans les régions du cou, de la poitrine et de l'abdomen. Chez les oiseaux "de long cours", l'air circule même à l'intérieur de la plupart des os, ce qui augmente leur légèreté et leur énergie musculaire.—Les poissons n'ont pas de poumons, mais des *branchies* qui servent à leur respiration. Les branchies sont des lames frangées, qui sont placées, de chaque côté de la tête, dans des cavités qui portent le nom d'*ouïes*. L'eau, imprégnée d'air, entre par la bouche du poisson, baigne les branchies où le sang passe rapidement et absorbe l'oxygène nécessaire à sa purification, puis s'échappe par les ouïes avec l'acide carbonique dont elle s'est chargée.—



Fig. [illegible] — Tête de Carpe [illegible]

Les insectes respirent par de petites ouvertures, nommées *stigmates*, et ordinairement placées en ligne de chaque côté de l'abdomen. L'air pénètre dans ces ouvertures et se rend par des conduits ramifiés dans les différents organes, où il purifie le sang.

L'appareil vocal dépend aussi de la respiration

Le Créateur a voulu que l'appareil respiratoire serve non seulement pour la purification du sang, mais aussi pour la production de la voix ; et il a obtenu ce résultat de la manière qui semble la plus facile et la plus simple.

Chacun connait cette légère protubérance, située en avant du cou et nommée vulgairement *pomme d'Adam* : c'est la partie antérieure du *larynx*, l'instrument qui produit le son et la voix. Voit-on, dans la Fig. 19, les replis indiqués en *e* et en *g*? Ces replis de l'intérieur du larynx sont les cordes vocales, supérieures et inférieures. Eh bien, lorsqu'on aspire l'air, ces replis s'ouvrent tout grands, afin que les poumons reçoivent le plus d'air qu'il est possible. Mais lorsqu'on rejette l'air des poumons, si l'intelligence veut produire un son vocal quelconque, les nerfs agissent à l'instant sur ces deux replis en les rapprochant plus ou moins, dans

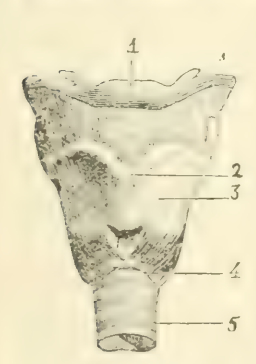


Fig. 18. — Larynx de l'Homme, vu de face.



Fig. 19. — Intérieur du larynx.

Fig. 18.—1, os hyoïde.—2, saillie nommée vulgairement pomme d'Adam. —3 et 4, cartilages.—5, partie de la trachée-artère.

Fig. 19.—*a*, épiglotte.—*A*, cavité supérieure.—*e*, cordes vocales supérieures.—*g*, cordes vocales inférieures.—*B*, cavité inférieure.—*b*, *c*, *f*, os divers.—*d*, cartilage de la trachée-artère.

le sens horizontal ; et le son se produit. Ce qui produit le son, c'est que sous la poussée de la colonne d'air des poumons (qui sont comme des soufflets), ces replis (ou lames minces ou cordes vocales) se mettent à vibrer, parce qu'elles ne laissent passer que peu à peu cet air qui arrive comprimé. Plus les replis se rapprochent à leurs extrémités, plus le son émis est aigu, parce que la partie susceptible de vibrer est alors très raccourcie. La voix de l'homme est plus grave que celle de la femme et de l'enfant, parce que ses cordes vocales sont plus épaisses et plus longues. — Plus les poumons sont développés et contiennent d'air, et plus ils peuvent rejeter l'air avec vigueur, plus la voix sera puissante.

Lorsque le son ou la voix sort de la bouche tel que produit par le larynx, ce n'est qu'un *cri*. C'est là le langage *inarticulé*, le seul que peuvent faire entendre le jeune enfant et la plupart des animaux doués de la voix. Mais l'Homme apprend de bonne heure à modifier diversement le son produit dans son larynx en faisant prendre telles ou telles positions ou conformations à son arrière-bouche, à sa langue, à ses dents, à ses joues et à ses lèvres; il prononce ainsi des mots qui constituent le langage *articulé* : c'est la parole. Le langage articulé ou la parole est le privilège de l'être humain; les animaux ne parlent pas parce qu'ils n'ont pas d'idées, mais seulement des sensations que le cri suffit à exprimer.

En général, les mammifères, les oiseaux et les batraciens ont un appareil vocal. Les poissons n'ont pas cet appareil, et sont incapables pour la plupart d'émettre aucun son. Quant aux insectes, les sons qu'ils produisent ne proviennent que de la vibration de leurs ailes ou du frottement de diverses parties de leur corps.

CHAPITRE V

DE L'ABSORPTION ET DE L'ASSIMILATION

En étudiant les phénomènes de la digestion et de la circulation du sang, nous avons bien vu que les produits utiles de la digestion finissaient par être déversés dans le sang. Mais de quelle façon arrivent-ils ainsi dans ce liquide sanguin? En d'autres termes: comment sont-ils absorbés dans l'organisme, ou: que se passe-t-il dans le phénomène de l'*absorption*?

D'autre part, il a été dit que le sang, enrichi des produits utiles de la digestion, va les distribuer à tous les organes et tissus. Mais comment se fait cette distribution? De quelle manière ces produits passent-ils du sang dans les organes et les tissus, et comment *s'assimilent*-ils avec eux, c'est-à-dire se transforment-ils en leur substance même? Que se passe-il dans le phénomène de l'*assimilation*?

Ces intéressants sujets, qui forment la matière du présent chapitre, vont admirablement compléter ce que nous connaissons déjà de la nutrition, qui a pour objet d'entretenir la vie de l'être animé, en lui permettant de se développer et de renouveler sans cesse ses éléments usés par l'activité vitale.

I.—Absorption

L'*absorption*, c'est l'opération par laquelle les éléments nutritifs, élaborés par la digestion, entrent dans le sang, pour être distribués par lui dans tout l'organisme. En étudiant les phénomènes de la digestion, nous avons suivi ces éléments nutritifs jusque dans l'intestin: il s'agit maintenant de savoir comment ils vont passer à travers la muraille qui les entoure et qui, formée de cellules pressées les unes contre les autres, semble ne pas pouvoir être traversée par eux.

A vrai dire, c'est tout le long du tube digestif que les éléments nutritifs pénètrent dans le sang. Ce sont

les boissons, et en général les liquides, qui arrivent le plus vite au courant sanguin. En effet, dans la *bouche* même ils commencent à entrer ainsi dans le sang; dans l'*estomac* ils s'introduisent encore bien plus facilement dans les veines qui s'y trouvent. Mais les intestins sont les organes où l'absorption se fait principalement, par le moyen d'espèces de suçoirs qui portent le nom de *villosités*.

Les villosités (Fig. 20) ont l'apparence de poils fins qui tapissent tout l'intérieur de l'intestin. Leur mince enveloppe recouvre un réseau de vaisseaux capillaires. Les éléments nutritifs, préparés par la digestion, ont donc à traverser l'enveloppe de la villosité et la paroi des vaisseaux capillaires, pour entrer dans le sang. Mais la façon dont cette pénétration s'exécute est différente, suivant que les éléments nutritifs sont des liquides ou des graisses.--Les *liquides* entrent dans la villosité, et ensuite dans les vaisseaux capillaires, par "osmose", procédé que nous avons précédemment décrit, et qui consiste en ce que deux gaz ou deux liquides de consistance différente, et qui ne sont séparés que par une membrane mince, passent à travers cette membrane, jusqu'à ce que l'équilibre s'établisse de l'un et de l'autre côté de la faible cloison.—Les *graisses*, d'autre part, pour pénétrer dans les villosités, agissent d'une manière violente, et déchirent la paroi des cellules qui forment l'enveloppe des villosités. Ces blessures microscopiques se guérissent aussitôt ; mais



Fig. 20.—Coupe verticale (très grossie) de la paroi de l'intestin, d'où sortent, à l'intérieur, des *villosités*.

lorsqu'elles se renouvellent presque sans cesse, comme il arrive dans le cas où la graisse est trop abondante dans l'alimentation, il en résulte une fatigue et un épuisement des intestins.

Voilà donc les éléments nutritifs parvenus dans les villosités ou poils qui recouvrent la paroi intérieure des intestins. De là, par des voies diverses, ils finissent par tomber dans le courant sanguin qui par de grosses veines les conduit jusqu'à l'oreillette droite du cœur.

II. — Assimilation

On a déjà vu que le sang, même enrichi des éléments nutritifs qui résultent de la digestion, arrive au cœur chargé des déchets qu'il a recueillis, et par conséquent impur et de couleur noirâtre. Avant de reprendre sa course dans le corps de l'animal, il lui faut se débarrasser de ses impuretés, et ajouter aux éléments nutritifs qu'il contient déjà une provision d'oxygène qu'il devra aussi distribuer dans tous les organes. C'est dans les poumons qu'il se purifie de la sorte et se charge d'oxygène. En cet état de pureté et de richesse reconstituée, le côté gauche du cœur le pousse fortement dans tous les tissus du corps, pour leur porter les provisions solides, liquides et gazeuses, dont ils ont besoin à chaque instant. Il s'agit maintenant de savoir comment l'organisme s'incorpore toutes ces substances et les transforme en sa propre substance: car c'est en cela que consiste l'acte de l'*assimilation*.

Il est facile de comprendre comment les éléments nutritifs passent des vaisseaux capillaires aux divers tissus qu'ils rencontrent. Ainsi que nous l'avons déjà vu, s'il s'agit de corpuscules nutritifs solides, ils peuvent s'ouvrir un passage en déchirant la paroi même des cellules, laquelle se ressoudera aussitôt. Quant aux éléments liquides ou gazeux, ils passent par *osmose* à travers la membrane des cellules, où ils entrent donc sans difficulté.

Mais il faudrait aller plus loin, et expliquer comment chaque organe peut attirer à lui les principes seulement dont il a besoin, comment par exemple le nerf et le muscle savent s'emparer des seuls éléments propres à les reconstituer. Bien plus: il faudrait dire comment il se fait que telle particule inanimée de matière nutritive devienne animée en s'incorporant à l'organisme de l'animal... Ici, nous sommes à la limite de la science humaine, qui n'a qu'à reconnaître son ignorance. Tout ce qu'elle peut dire, c'est que ces transformations merveilleuses, qui ont pour théâtre permanent la substance même des tissus animaux, sont des phénomènes de la vie, et que leur manière de se produire reste le secret du Créateur.

Toutefois, il convient de mentionner, au moins, quelques-uns des faits qui se passent dans cet acte de l'assimilation ou de l'incorporation des éléments nutritifs dans la substance de l'animal. (1). Les éléments nutritifs qui ne peuvent être utilisés au moment de leur absorption s'emmagasinent en certains endroits de l'organisme. Par exemple, le sucre abonde durant le cours de la digestion: ce qu'il y en a de trop s'en va dans le foie, en attendant que le sang en ait besoin. Les matières grasses, quand on les consomme en excès, vont se déposer surtout autour des reins, sous les parois de l'abdomen, à la base du cœur. Les substances dites albuminoïdes et les sels minéraux restent dans le sang, en attendant d'être utilisés. L'oxygène lui-même s'amasse dans les globules sanguins. Tous ces dépôts sont comme des réserves, auxquelles l'organisme fait appel en cas de besoin. (2). Incessamment, les tissus se renouvellent, particule à particule, aux dépens des apports continuels d'éléments nutritifs fournis par l'alimentation: c'est là ce qu'on peut appeler l'entretien des tissus. En outre, dans la plupart des tissus, soit dans le jeune âge, soit — surtout sous l'influence de l'exercice — dans l'âge adulte, les cellules se multiplient, encore sous la dépendance de l'alimentation, et le développement des membres en résulte. (Le grossissement des muscles du bras chez les boulangers n'a pas d'autres causes.) La guérison des blessures, où les tissus se refont, dépend

encore de ce travail cellulaire, qui se fait sous l'influence de l'assimilation. (3). On peut considérer chaque cellule de la substance animale comme le foyer d'une machine à vapeur. Dans un foyer de machine à vapeur, le charbon est brûlé, c'est-à-dire qu'il absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique; ces opérations sont accompagnées d'une production de chaleur. Or, des phénomènes semblables se produisent dans la cellule animale, où l'oxygène vient brûler les sucres et les graisses. Cette combustion, elle aussi, produit de l'acide carbonique et développe de la chaleur. Le froid, le travail et le simple exercice, en stimulant les diverses fonctions de la nutrition, de la respiration et de l'assimilation, rendent cette combustion cellulaire plus active, et contribuent par là à élever encore la température de l'organisme. Cette température, qui est la *chaleur animale*, est d'environ 98° Far. chez l'Homme, et reste à peu près la même sous tous les climats. La chaleur animale s'élève chez les oiseaux jusqu'à 111° Far. Il y a des animaux dont la température est peu élevée, comme les reptiles et les poissons; ce sont les animaux dits "à sang froid". L'Ours, la Chauve-Souris, les reptiles, les insectes, etc., subissent durant l'hiver un abaissement de température, s'engourdissent et subsistent aux dépens de leur graisse. Dans les pays tropicaux, d'autres animaux éprouvent ces mêmes phénomènes durant l'été, et peuvent de la sorte supporter mieux l'excessive chaleur de ces climats.

CHAPITRE VI

SÉCRÉTIONS ET EXCRÉTIONS

I.—Sécrétions

On donne le nom de SÉCRÉTIONS aux opérations par lesquelles des organes spéciaux produisent, aux dépens de la partie liquide du sang, certains liquides nécessaires

à l'organisme. En étudiant les phénomènes de la digestion, nous avons pu voir, par exemple, le rôle important de la salive, du suc gastrique, de la bile, etc. Tous ces liquides sont des produits de sécrétions diverses.

Les organes des sécrétions sont les FOLLICULES et les GLANDES.

Les *follicules* sont des sortes d'enfoncements que l'on voit à la surface de certains organes. En général, les muqueuses (c'est-à-dire, les membranes qui recouvrent l'intérieur des cavités du corps de l'animal) sont pourvues de follicules qui produisent des mucosités destinées à maintenir la souplesse de ces membranes. Dans le conduit de l'oreille, sur la face interne des paupières, de nombreuses follicules produisent une sorte de cire ou de suif.

1 2

Fig. 21. — Deux follicules.

Les *glandes*, dont il y a un assez grand nombre dans l'organisme animal, présentent l'aspect de petits tubes isolés ou réunis par groupes, ou de grappes de raisin.

Parmi les plus importants liquides sécrétés par les follicules ou les glandes, on peut mentionner les suivants : la *salive*, le *suc gastrique*, le *suc intestinal*, la *bile*, et quelques autres dont l'action s'exerce aux différentes phases de la digestion ; les *larmes* (qui sont sécrétées par les glandes lacrymales, placées au-dessus de chaque œil, et qui en se répandant sur le globe oculaire facilitent ses mouvements) ; l'*humeur sébacée* (matière grasse, sécrétée sur toute la surface du corps, excepté sur la paume des mains et la plante des pieds, et qui maintient la souplesse de la peau) ; le *lait* (l'aliment complet par excellence ; il se compose de 88 parties d'eau sur cent, de sucre, etc., et surtout de nombreux globules de beurre). Le *musc* (produit par le Chevrotin, élégant animal d'Asie), la *cire* (fabriquée par les Abeilles), la *soie*, dont certaines chenilles de Papillons forment leur cocon, le *venin* des Serpents, etc., sont encore des sécrétions animales. Enfin il faut mentionner aussi l'*exhalation*, qui est une filtration de la partie la plus aqueuse

Fig. 21. — 1, follicule en forme de tube. — 2, follicule en forme d'ampoule.

du sang, laquelle se produit sur la peau, sur les poumons et sur les membranes de l'intérieur du corps, qu'elles ont pour effet de conserver dans un suffisant degré de souplesse.

II.—Excrétions

Si le sang ne se purifiait que par l'action des poumons, qui le débarrassent principalement de l'acide carbonique qu'il contient, il resterait chargé de parties inutiles ou nuisibles qui le rendraient bientôt impropre à remplir le rôle qui lui est assigné. Les EXCRÉTIONS lui donnent le degré de pureté qui lui est nécessaire. On désigne sous ce nom les opérations par lesquelles certaines glandes éliminent du sang des principes inutiles ou nuisibles.

La *sueur* et l'*urine* sont ainsi éliminées du sang par des glandes appropriées.

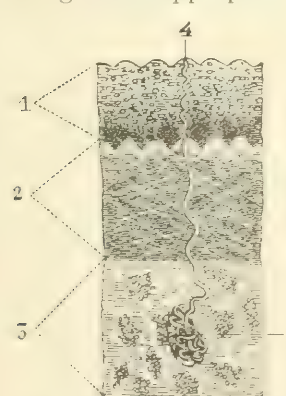


Fig. 22.—Coupe de la peau, très grossie.

La *sueur* est produite par les glandes sudoripares, qui sont répandues par tout le corps au nombre d'environ deux millions, et enfoncées profondément dans la peau. Un tube très fin porte à la surface de la peau la sueur produite par chacune de ces glandes. La sueur est un liquide formé d'eau et d'un peu de sel. La production de la sueur enlève au sang l'excès d'eau qu'il contient ; en outre, son évaporation à la surface du corps rafraîchit agréablement. Un adulte produit environ une livre et quart de sueur par jour.

L'*urine* est extraite du sang par les reins, glandes en forme de haricot, lisses à la surface et d'une teinte

Fig. 22.—1, épiderme, couche extérieure de la peau, contenant à sa partie inférieure la matière colorante de la peau.—2, derme (ou cuir).—3, tissu mêlé de cellules remplies de graisse.—4, canal par où sort la sueur.—5, glande sudoripare.

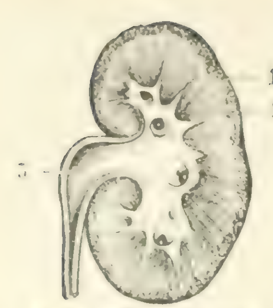


Fig. 23.—Coupe verticale du rein gauche.

rougeâtre. Les reins, au nombre de deux, sont placés en arrière des intestins et de chaque côté de la colonne vertébrale.

L'urine, élaborée par les reins, est un liquide dont l'eau forme les neuf-dixièmes; elle tient en dissolution des sels minéraux, et surtout l'urée. Ce sont là des déchets de la nutrition, que les reins sont chargés d'éliminer du sang. L'urée, principalement, est une substance toute formée dans le sang et qui ne pourrait s'y accumuler sans produire l'empoisonnement.

CHAPITRE VII

LA LOCOMOTION ET SES ORGANES

Les animaux ont, sur les plantes et les minéraux, cette grande supériorité de pouvoir se mouvoir d'un endroit à un autre, ou du moins de pouvoir déplacer, les unes par rapport aux autres les diverses parties de leur corps. Cette faculté du mouvement est ce que l'on appelle la *locomotion*. Le mouvement, c'est le signe le plus apparent de la vie.

Rien ne paraît si peu digne d'attention que, par exemple, les mouvements qu'exécute un Chien pour courir d'un endroit à un autre. De même, il paraît tout simple de fermer la main de se croiser les bras. Mais si l'on veut se rendre compte des mécanismes qui entrent en jeu pour la production de ces mouvements, on reste étonné de la perfection de la machine animale, et l'on est rempli d'admiration pour la puissance et la sagesse de son Auteur.

Fig. 23.—On voit, en 3, le réservoir qui reçoit l'urine, et d'où part le [illegible]

Tous les mouvements exécutés par l'Homme et les animaux résultent du jeu combiné des os et des muscles qui y sont attachés. Nous ferons donc une courte étude de ces "organes de la locomotion", avant de chercher à comprendre de quelle façon se produit le mouvement total ou partiel du corps des animaux.

Les organes de la locomotion

Les os et les muscles sont les organes de la locomotion.

Os.—Les os sont des corps durs et de forme inégale.

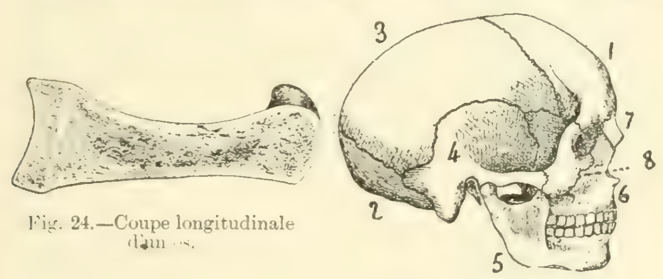


Fig. 24.—Coupe longitudinale d'un os.

Fig. 25.—Les os de la tête.

Il y en a de longs, de courts, de plats. L'ensemble de tous les os, qui sont au nombre de 208 chez l'Homme, constitue le *squelette*, qui est la charpente du corps.

Il y a dans les os une partie cartilagineuse (gélatine), que l'on peut isoler en laissant séjourner les os dans certains acides, et une partie minérale, qui est le résidu des os que l'on soumet à l'action du feu.

Dans le tout jeune âge, les os sont mous et flexibles. Plus tard, ils prennent peu à peu une consistance pierreuse qui se complète vers l'âge de vingt à vingt-cinq ans.

C'est par l'extérieur que les os s'accroissent, s'entretiennent, et même se renouvellent lorsqu'ils ont été blessés.

Fig. 24.—Sur les bords, on voit le tissu *compact*, et à l'intérieur le tissu *spongieux*.

Fig. 25.—Dans le crâne, on distingue les os : 1, frontal ; 2, occipital ; 3, pariétal ; 4, temporal ; 5, maxillaire (ou de la mâchoire) inférieur ; 6, maxillaire supérieur ; 7, nasaux ; 8, jugaux.

Les os longs, comme les grands os des bras et des jambes, ont l'intérieur creux et rempli par la *moelle*, qui est une sorte de graisse fine, jaunâtre.

Le mode d'assemblage des os entre eux se nomme *articulation*. Il y a des articulations, celles des os du crâne par exemple, qui sont fixes. D'autres sont mobiles, par exemple celles de l'épaule, du coude, du genou. La vignette ci-contre (Fig. 26) fera bien comprendre l'admirable articulation du coude. On y voit comment l'extrémité *b* de l'os *(humérus)* du bras s'emboîte, comme en une charnière, dans la tête échancrée de l'os *(cubitus)* de l'avant-bras. On comprend aussi, à première vue, que si les deux os restent ainsi emboîtés l'un dans l'autre, c'est dû à ce que les muscles *(d, e)* du bras vont s'attacher, par-dessus l'articulation, à l'os de l'avant-bras : la tension très forte de ces muscles retient les os en place.

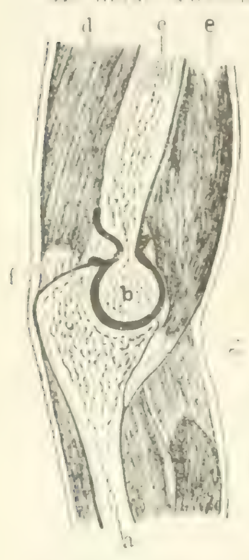


Fig. 26.—Articulation du coude.

L'ensemble de tous les os, avons-nous dit, constitue le squelette. C'est une charpente véritable, qui soutient tout le corps, et protège les organes délicats, comme le cerveau, l'œil, l'oreille, le cœur, les poumons. Par l'examen de la Fig. 27, on connaîtra toutes les différentes parties du squelette avec leurs dénominations scientifiques. On devra particulièrement remarquer la cage thoracique (ou de la poitrine) formée par les douze paires de côtes, qui sont attachées en arrière à la colonne vertébrale. Cette cage renferme le cœur et les poumons.—" Toutes

Fig. 26.—(Coupe verticale d'avant en arrière.) *a*, (os) cubitus.—*b*, extrémité inférieure de l'humérus.—*c*, (os) humérus.—*e*, muscle fléchisseur de l'avant-bras.—*g*, tendon de ce muscle, attaché au cubitus.—*d*, muscle extenseur.—*f*, tendon de ce muscle attaché à l'extrémité supérieure du cubitus.

les pièces du squelette, dit un écrivain, sont recouvertes de chair et de peau. L'Architecte de ce monument admirable, voulant joindre à une habile structure un aspect

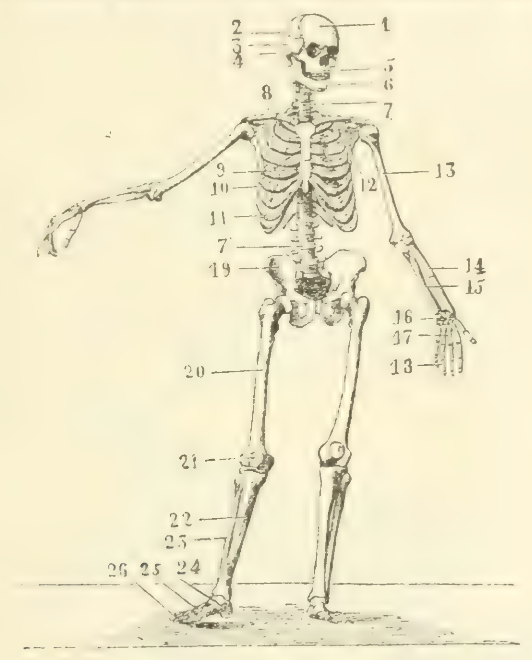


Fig. 27. — Le squelette de l'Homme.

gracieux, place au dedans tous les os, parties trop grossières pour être agréables à la vue. Cette situation intérieure ne gêne du reste aucunement ni l'organisation ni les fonctions. Dieu a pratiqué dans les os, sur tous les points où il convenait de le faire, des aplanissements.

Fig. 27. — 1, os frontal. — 2, os pariétal. — 3, os temporal. — 4, os occipital (situé en arrière de la tête, au bas du crâne, mais non visible dans la vignette). — 5, os maxillaire supérieur. — 6, os maxillaire inférieur. — 7, colonne vertébrale. — 8, clavicule. — 9, sternum. — 10, sixième vraie côte. — 11, dernière côte flottante. — 12, omoplate. — 13, humérus. — 14, radius. — 15, cubitus. — 16, carpe. — 17, métacarpe. — 18, phalanges des doigts. — 19, os iliaque. — 20, fémur. — 21, rotule. — 22, tibia. — 23, péroné. — 24, tarse. — 25, métatarse. — 26, phalanges des orteils. (L'abbé E. C.)

des trous, des fosses, des sillons, des rainures, des coulisses, des conduits, pour laisser place à certains organes, recevoir des muscles et des nerfs, livrer passage à des artères ou à des veines . . Voulez-vous encore une preuve de la divine habileté avec laquelle est construit le squelette humain? Regardez les durs travaux de certains artisans; voyez quels fardeaux transportent de robustes portefaix. La machine osseuse remue des poids énormes, pousse et tire avec une force étonnante, marche chargée de deux à trois cents kilogrammes. Et tout cela sans craquer, sans fléchir, sans s'user. Tant le génie de Dieu a mis de puissance et de talent dans la construction de nos corps."

Toutes les classes d'animaux chez qui il existe un squelette composent le groupe important des Vertébrés. Ce sont les animaux dits supérieurs; leur perfection plus

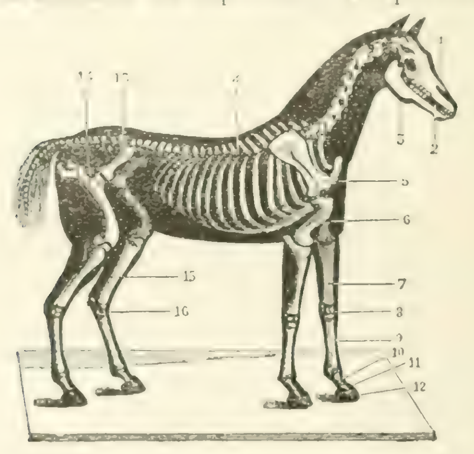


Fig. 28. — Squelette du Cheval.

grande les place en tête du règne animal. Leurs squelettes, toutefois, diffèrent par beaucoup de points du

Fig. 28. — 1, os du nez (chanfrein). — 2, barre. — 3, maxillaire inférieur. — 4, colonne vertébrale. — 5, omoplate. — 6, humérus. — 7, cubitus. — 8, carpe. — 9, métacarpe (canon). — 10, 11, 12, phalanges enveloppées dans le sabot. — 13, os iliaque. — 14, fémur. — 15, tibia. — 16, tarse.

squelette humain. La vignette précédente et les deux suivantes donneront quelque idée de ces variations.

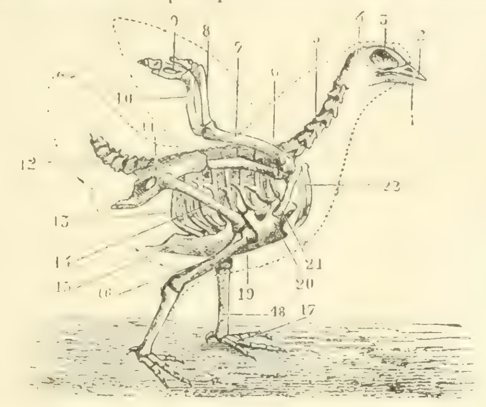


Fig. 29.—Squelette de la Poule.

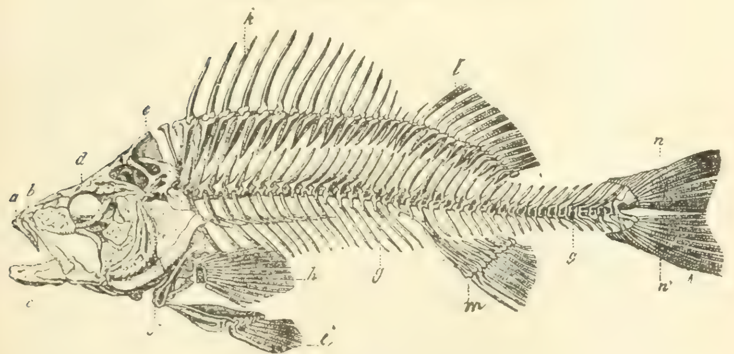


Fig. 30.--Squelette de la Perche.

Fig. 29.--1, mandibule inférieure.—2, mandibule supérieure.—3, orbite.—4, crâne.—5, vertebres cervicales.—6, omoplate.—7, humérus.—8, radius.—9, métacarpe et phalanges.—10, cubitus.—11, os du bassin.—12, vertèbres caudales.—13, côtes.—14, fémur.—15, partie postérieure du sternum.—16, péroné.—17, phalanges du pied.—18, tarse.—19, tibia.—20, partie antérieure du sternum.—21, os coracoïdien.—22, les deux clavicules (fourchettes).

Fig. 30.—*a*, os intermaxillaire.—*b*, os maxillaire superieur.—*c*, os maxillaire inférieur.—*d*, orbite.—*e*, région occipitale.—*f*, opercule.—*g*, *g'*, colonne vertébrale, et ses arcs osseux supérieurs et inférieurs.—*h*, Nageoire

Muscles.—Ce qu'on appelle "la viande" chez les animaux, ce sont les muscles. Ils sont composés de fibres plus ou moins fines et réunies en faisceaux, qui sont ordinairement attachés à des os par leurs deux extrémités, nommées *tendons*. Comme les os eux-mêmes, les muscles sont parcourus par des artères et des nerfs, lesquels leur apportent respectivement le sang qui les nourrit et l'excitation qui les met en mouvement. Dans la vignette ci-jointe, qui représente une jambe dépouillée de sa peau, on voit comment les faisceaux musculaires sont juxtaposés autour des os pour former un membre. Dans le corps humain, il y a plus de 400 muscles, situés les uns à la surface, les autres plus ou moins profondément.

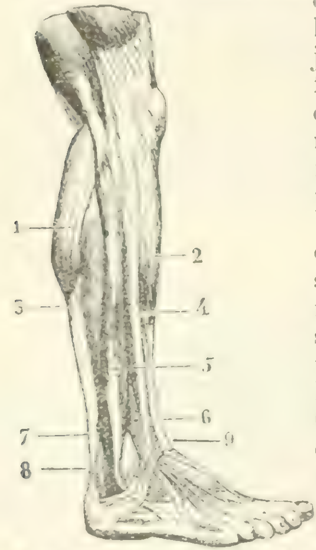


Fig. 31.—Principaux muscles de la jambe.

Une propriété remarquable des muscles, c'est qu'ils peuvent se contracter, c'est-à-dire se raccourcir, sous l'influence du système nerveux, ou même artificiellement, par exemple dans le cas d'un courant électrique. Cette contraction ou ce raccourcissement peut atteindre les 5/6 de la longueur des muscles. Dans ce temps de contraction, ils sont plus durs et un peu plus épais. A l'état ordinaire, ils sont toujours à demi contractés, ce qui leur assure un degré convenable de fermeté.

---

thoraciques.—c. nageoire ventrale, placée sous la gorge.—d. rayons épineux de la nageoire dorsale antérieure.—e. rayons mous de la nageoire dorsale postérieure.—f. rayons de la nageoire anale.—g, g. les deux groupes de rayons qui constituent la nageoire caudale.

Fig. 31.—Muscles de la jambe : 1, l'un des jumeaux (muscles du mollet).—2, jambier antérieur.—3, soléaire.—4, extenseur commun des orteils.—5, péronier latéral.—6, péronier antérieur.—7, court péronier latéral.—8, tendon d'Achille.—9, ligament annulaire supérieur du tarse.

Comme ils sont doués aussi d'élasticité, ils reviennent facilement à leur état ordinaire, quand ils ont été étirés par une force quelconque.

Durant le travail musculaire, c'est-à-dire lorsque les muscles se contractent, la nutrition devient beaucoup plus active. De cette nutrition plus intense, résultent : 1°, un accroissement de chaleur, produit par les combustions qui s'accélèrent dans les cellules ; 2°, une accumulation dans les tissus des déchets provenant de ces combustions, ce qui explique la fatigue et la rigidité que nous éprouvons dans les membres durant un travail quelque peu prolongé. Le repos et le sommeil, sagement ménagés, assurent l'élimination de tous ces déchets et le retour des tissus musculaires à leur condition normale.

Comment se produit le mouvement

L'Homme et les animaux font exécuter à leurs membres bien des sortes de mouvements. En outre, ils peuvent se déplacer, d'un endroit à un autre, de bien des manières : par la marche, par le saut, par la course, par la natation, etc. Tous ces mouvements si variés procèdent pourtant de la contraction d'un ou de plusieurs muscles, sous la dépendance du système nerveux. Si l'on veut bien considérer avec un peu d'attention la vignette de la page suivante, on saura comment s'exécutent tous les actes de locomotion opérés par l'animal.

Voyons donc, en B, le bras étendu. Tout à coup, peut-on supposer, la volonté décide de rapprocher des yeux la bille tenue dans la main... A l'instant, une sorte de télégramme s'élance du cerveau et vient, par les filets nerveux, faire contracter, c'est-à-dire faire raccourcir le muscle biceps (5), qui se trouve le long et sur le devant de l'os (humérus) du bras. Mais comme ce muscle est attaché par son tendon inférieur à l'os (radius) de l'avant-bras, il n'a pas pu se raccourcir sans entraîner avec lui et soulever celui-ci, c'est-à-dire, en définitive, sans faire ployer le bras. Et le bras restera ainsi ployé (C) tant que le muscle biceps restera ainsi contracté.—Eh bien, chaque

fois que l'on remue un doigt, que l'on change le pied de position, ou que l'Homme ou l'animal fait exécuter à ses membres un mouvement de progression, de recul ou de déplacement quelconque, toujours ce mouvement s'opère parce que tel ou tel muscle, en se contractant, entraîne avec lui telle ou telle pièce du squelette à laquelle il est attaché par l'une de ses extrémités (tendon).

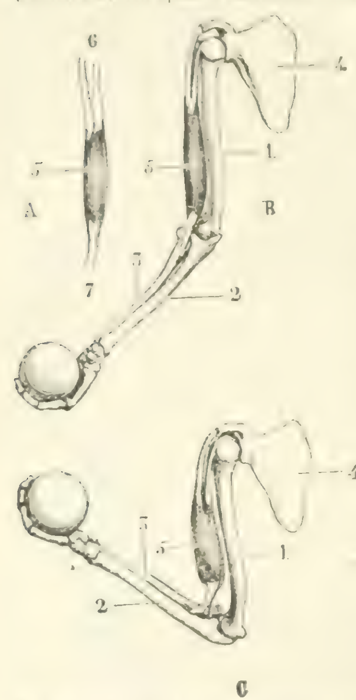


Fig. 32 — Action du muscle biceps dans le jeu de l'avant-bras.

Les organes de la locomotion, chez les diverses classes d'animaux, sont très variés, et en rapport avec le milieu où se passe leur existence. Par exemple, les oiseaux sont organisés surtout pour le vol, tout en étant pourvus aussi de pieds pour la marche, pour le saut et même pour la natation. Chez les poissons, les nageoires sont les organes locomoteurs. Les reptiles, les mollusques et les vers se meuvent surtout en rampant.

Fig. 32 — A, muscle biceps séparé du bras. — B, le bras déployé. — C, le bras plié. — 1, humérus. — 2, cubitus. — 3, radius, sur lequel est inséré le tendon inférieur du muscle. — 4, omoplate. — 5, la partie charnue du muscle biceps. — 6, les deux tendons supérieurs du muscle. — 7, le tendon inférieur.

CHAPITRE VIII

DU SYSTÈME NERVEUX

Toute la substance du corps de l'animal est parcourue dans tous les sens, par un système de canaux ou de tubes, qui vont sans cesse en se ramifiant, au point que leurs dernières divisions ne sont plus visibles à l'œil nu. Comme on le devine aisément, c'est au système des artères et des veines que nous faisons allusion en ce moment ; et, comme on se le rappelle bien, tout ce système de la circulation du sang est sous la dépendance du cœur.

Mais il y a encore, dans toute la substance du corps de l'animal, un autre système, non plus de canaux ou conduits, mais de filets, qui se divisent et se subdivisent en filets de plus en plus petits, jusqu'à ce que leurs dernières ramifications ne soient plus visibles à l'œil nu. Tout cet ensemble porte le nom de *système nerveux*. C'est le cerveau qui est le centre de tout ce système.

En étudiant le système nerveux, on entre dans un domaine qui n'est plus seulement matériel. Le système nerveux, en effet, paraît davantage sous la dépendance de l'âme ; on peut même le regarder comme une sorte d'intermédiaire entre la partie matérielle et la partie immatérielle de l'animal. C'est donc par le système nerveux que l'âme gouverne le corps ; c'est lui qui préside aux actes de la nutrition et de la locomotion ; enfin la sensibilité dépend absolument de son action. L'étude du système nerveux, qui joue un rôle si grand dans la vie animale, est donc d'une grande importance.

Le tissu nerveux ressemble à une sorte de pâte ou de bouillie, formée de cellules et de fibres ou tubes. Ces fibres ou tubes sont d'une extrême ténuité, puisqu'un filet nerveux épais d'un millimètre en contient jusqu'à dix ou douze mille. Un tissu où dominent ces fibres nerveuses se nomme *substance blanche* ; la *substance grise* est un tissu formé principalement de cellules nerveuses. C'est la substance grise qui joue le rôle principal dans la

sensibilité, dans le mouvement, et en général dans les manifestations de l'intelligence; la substance blanche sert à transmettre à l'intérieur les impressions fournies par les sens, et à la surface les excitations motrices qu'elles appellent. Celle-là préside donc surtout aux actes de la vie animale: sensibilité et mouvement; et celle-ci surtout aux actes de la vie végétative, vie qui s'exerce sans que nous en ayons à peu près conscience, comme il arrive dans la digestion, la circulation du sang, etc. Par suite, on peut distinguer, principalement chez les animaux supérieurs, deux appareils nerveux: l'appareil nerveux proprement dit ou *cérébro-spinal* et l'appareil nerveux du *grand sympathique*, sur lesquels nous allons donner quelques détails sommaires.

I.—Système nerveux proprement dit ou cérébro-spinal

Le système nerveux proprement dit, ou cérébro-spinal, comprend: 1°, la masse nerveuse contenue dans le crâne et nommée *encéphale;* 2°, la *moelle épinière,* prolongement de cette masse nerveuse dans l'intérieur de la colonne vertébrale; 3°, les *nerfs,* filets qui partent ou de l'encéphale ou de la moelle épinière, pour se distribuer dans toutes les parties du corps.

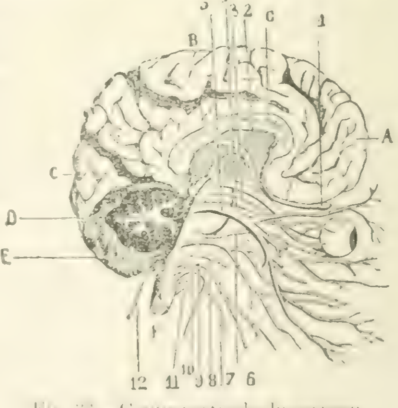


Fig. 33.—Coupe verticale du cerveau.

Encéphale.—L'encéphale se compose de trois organes: le cerveau, le cervelet et le bulbe rachidien.

Fig. 33.—A, lobe antérieur du cerveau.—B, lobe moyen.—C, lobe postérieur.—D, arbre de vie.—E, cervelet.—F, moelle épinière.

Le *cerveau* formé de substance blanche, enveloppée de substance grise, occupe toute la partie supérieure de la tete ; il ressemble assez à une moitié d'œuf dont le petit bout serait en avant ; il est divisé par le milieu en deux parties égales que l'on nomme " hémisphères ", et qui se partagent chacune en trois lobes (que l'on aperçoit dans les Fig. 33 et 34). La surface des hémisphères est sillonnée en tous sens par des lignes enfoncées : il en résulte partout des renflements arrondis et contournés, qui sont les " circonvolutions cérébrales ". Cinq cavités, nommées " ventricules ", contiennent un liquide spécial. Quant à la substance même des hémisphères, ella a la curieuse propriété d'être insensible : on pourrait y promener le scalpel ou le fer rouge sans causer aucune douleur.—L'activité du cerveau est dans une étroite dépendance de la nutrition : son action diminue en proportion de l'appauvrissement du sang qui arrive à la tête, et cesse tout à fait lorsque la circulation du liquide sanguin est elle-même interrompue : c'est ce qui a lieu dans la syncope.—Les hémisphères cérébraux paraissent être le siège de la connaissance et de la volonté, chacun pour la moitié du corps qui lui est opposée, c'est-à-dire que, par exemple, si l'on enlevait l'hémisphère droit, le côté gauche du corps ne pourrait plus recevoir d'impression ni de mouvement. D'une manière générale, on peut dire que le cerveau est plus particulièrement affecté à la manifestation de l'âme, ce qui le fait parfois désigner

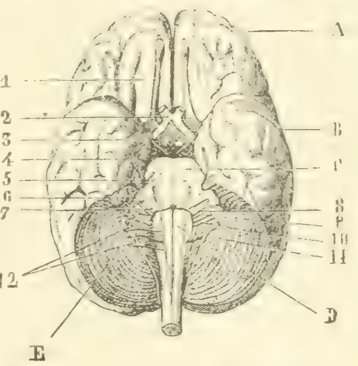


Fig. 34. – Le cerveau vu par-dessous.

Fig. 34.—A, lobe antérieur (ou frontal) du cerveau.—B, lobe moyen.—C, protubérance annulaire.—D, bulbe rachidien.—E, cervelet (qui cache en grande partie le lobe postérieur du cerveau).

comme le *siège de l'âme*. En tous cas, c'est principalement par le cerveau que l'âme agit sur le corps. Le cerveau est donc, plus spécialement, l'organe qui sert d'intermédiaire entre la partie matérielle et la partie immatérielle de l'Homme et en général de l'animal.

Le *cervelet* est une masse nerveuse placée en arrière et au-dessous du cerveau. Il est chez l'Homme trois ou quatre fois plus petit que le cerveau. La substance blanche se ramifie à l'intérieur de la substance grise dont il est surtout composé, de façon à y représenter ce que l'on appelait autrefois l'*arbre de vie* (comme on peut le voir à la page 48, Fig. 33, D). Il semble que le cervelet serve à équilibrer les mouvements. Par exemple, un oiseau à qui l'on a enlevé le cervelet agit comme s'il était ivre.

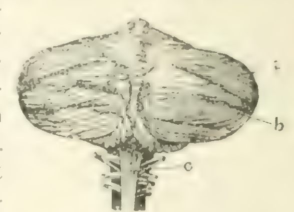


Fig. 35. — Le cervelet vu par derrière.

Quant au *bulbe rachidien* (p. 49, Fig. 34, D), il sert de jonction entre le cerveau et la moelle épinière. Sa longueur, chez l'Homme, est d'environ un pouce et quart. Il contient un point très petit, nommé *nœud vital*, où l'on dirait que la vie est concentrée : la moindre blessure faite en cet endroit, chez un animal, amène instantanément la mort. C'est par le bulbe rachidien qu'arrivent au cerveau les impressions sensibles qui se produisent à la surface du corps, et que viennent du cerveau les excitations au mouvement ; les fonctions principales de la digestion sont aussi sous la dépendance de la masse nerveuse du bulbe rachidien.

MOELLE ÉPINIÈRE. — L'intérieur de la colonne vertébrale est comme la cavité d'un tuyau. Cette cavité contient, dans ses deux tiers supérieurs, un cordon nerveux qui est la moelle épinière. Ici, la substance nerveuse blanche est en dehors, et la substance grise à l'intérieur. Un fait remarquable c'est que la substance grise est

[illegible]

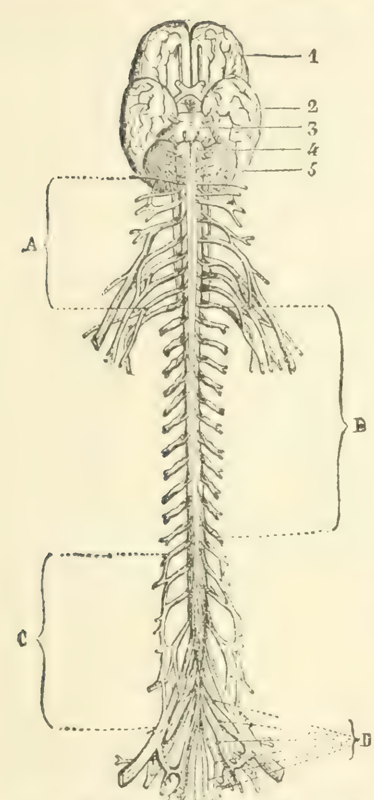


Fig. 36. — Encéphale, moelle épinière et nerfs spinaux.

insensible à toute excitation artificielle ; le fer et le feu n'y produisent aucune douleur ; elle n'agit que sous l'influence des excitants naturels. — On s'accorde presque généralement à voir, dans la moelle épinière, le centre nerveux par excellence, celui qui joue le rôle le plus considérable dans le système nerveux de l'animal.

Nerfs. — Ce sont des filets ou cordons blanchâtres, qui sortent de l'encéphale et de la moelle épinière, et se distribuent dans tout le corps. Ils sont formés de substance blanche. Se divisant et se subdivisant à l'infini, ils composent un réseau de filets qui pénètrent tous les organes et y portent le mouvement et la sensibilité. — Les dernières ou les plus fines ramifications des nerfs, qui servent aux *organes des sens*, se rendent jusqu'aux cellules les plus extérieures de la vue, de l'ouïe, etc. Dans les *muscles*, elles semblent aller s'unir jusqu'aux fibrilles musculaires ; il n'est donc pas étonnant que les plus petites parties des chairs soient encore sensibles.

Fig. 36. — 1, lobe antérieur du cerveau. — 2, lobe moyen du cerveau. — 3, protubérance annulaire. — 4, bulbe rachidien. — 5, cervelet. — A, les huit paires cervicales de nerfs spinaux. — B, les douze paires dorsales. — C, les cinq paires lombaires. — D, les six paires sacrées.

Les nerfs les plus nombreux servent à la fois pour le mouvement et la sensibilité. D'autres sont seulement *moteurs*, et produisent le mouvement en faisant contracter les muscles ; d'autres encore sont seulement *sensitifs* et transmettent les sensations. Quand les nerfs d'un membre ou d'un organe ne fonctionnent pas, ce membre ou cet organe sont dits paralysés.

COUP D'ŒIL SUR LE SYSTÈME NERVEUX. — C'est par l'ensemble du système nerveux que l'âme communique avec le monde extérieur. Le nerf de l'ouïe lui fait entendre le bruit, et par conséquent la parole ; le nerf de l'œil lui fait voir les objets de la nature. Les extrémités des filets nerveux, qui sont distribués partout dans la substance corporelle, l'avertissent à l'instant des contacts utiles ou nuisibles des objets qui l'entourent. D'autre part, c'est par le moyen des différentes pièces du système nerveux que l'âme fait mouvoir le corps auquel elle est unie et les divers membres de ce corps.

On peut se demander de quelle manière se fait, dans le système nerveux, cette transmission si merveilleuse de la sensibilité et du mouvement. Les savants ont imaginé diverses façons d'expliquer ce transport des impressions et des mouvements par l'entremise des nerfs. Tout ce qu'on peut dire, c'est que les choses se passent comme s'il circulait dans les nerfs une sorte de courant invisible, assez semblable au fluide électrique. Et de fait, sous l'influence de l'électricité, les muscles peuvent se contracter et se relâcher comme ils font sous l'action du système nerveux. En définitive, il faut reconnaître que la science n'a pas encore été capable de pénétrer l'œuvre du Créateur, sur la question du système nerveux comme en beaucoup d'autres.

II. — Système nerveux du grand sympathique

Tout l'ensemble des organes nerveux dont nous venons de parler, et qui constituent le système nerveux proprement dit se rattache au cerveau et à la moelle

épinière. La volonté exerce une influence plus ou moins grande sur le fonctionnement de ce système.

Mais, en outre, il existe chez l'Homme et chez les animaux vertébrés un autre système nerveux, nommé *ganglionnaire* ou *du grand sympathique*. Il consiste en une double chaîne (une sorte de chapelet) de petites masses nerveuses, dites *ganglions*, reliées ensemble par des filets nerveux, et situées de chaque côté et en avant de la colonne vertébrale.

Ce système nerveux agit sans que nous en ayons seulement connaissance, et les nerfs qui le composent ne sont pas ordinairement sensibles. C'est ce même système qui règle l'action des organes intérieurs du corps, comme le jeu du cœur et des poumons, la circulation du sang, etc. Par exemple, pour ce qui est de la digestion, on peut dire avec un pieux auteur que ce sont des forces providentielles qui "décomposent, distillent, mélangent et combinent, avec une habileté et une constance parfaites, sans que vous ayez à prendre, pour le succès de tant d'opérations chimiques, aucune peine, aucun soin. Ah ! du moins ne méconnaissez pas l'active bienveillance du Créateur pour vous !"

III.—Le système nerveux dans la série animale

Le système nerveux que nous avons étudié, et qui est le plus parfait, est celui de l'Homme. A mesure que l'on descend à travers les différents groupes d'animaux, on voit que le système nerveux se simplifie de plus en plus, et disparaît même entièrement chez les êtres animés les plus inférieurs.

Chez tous les animaux vertébrés (mammifères, oiseaux, poissons, etc.), existe le double système nerveux : cérébro-spinal et ganglionnaire.

Les autres animaux (insectes, mollusques, Oursins, etc.), n'ont que le système ganglionnaire, qui devient de plus en plus simple en descendant d'une classe à l'autre. Dans les groupes les plus inférieurs de l'échelle des êtres animés, on ne trouve plus trace de système nerveux.

CHAPITRE IX

LES ORGANES DES SENS

Au cours de l'étude assez développée que nous avons faite du mécanisme animal et principalement humain, nous avons certainement acquis la conviction que ce mécanisme est d'une perfection bien grande ; dans tous les détails anatomiques et physiologiques, nous avons dû reconnaître la puissance, la sagesse et la bonté du Dieu Créateur, qui a donné à notre âme une enveloppe et une demeure aussi bien agencée.

Mais l'âme va-t-elle rester, dans sa demeure, isolée du reste de l'univers ?

Au contraire, suivant le plan divin, l'âme doit être en communication constante avec les choses matérielles ; elle doit connaître et utiliser leurs propriétés ; elle doit se garder des objets dommageables, poursuivre et obtenir les objets utiles. Tout cela est nécessaire à l'âme, pour qu'elle puisse remplir son rôle ici-bas. Ce pouvoir d'entrer ainsi en relation avec la matière, c'est la *sensibilité*, qui est le caractère absolument distinctif du règne animal.

On nomme SENS les facultés qui permettent à l'âme de recevoir l'impression des objets extérieurs. Les ORGANES DES SENS sont les instruments destinés à recueillir pour elle cette impression.

Chez l'Homme et la plupart des animaux, il y a cinq sens, qui sont : le *toucher*, le *goût*, l'*odorat*, l'*ouïe* et la *vue*. Nous allons, dans les pages suivantes, étudier brièvement le mécanisme de chacun de ces sens.

1° Sens du toucher

L'organe du toucher, sens par lequel nous éprouvons le contact des objets extérieurs, c'est la PEAU, qui enveloppe tout le corps. La peau se compose de deux parties superposées : l'épiderme et le derme.

L'*épiderme*, enveloppe mince et légère, est la partie la plus extérieure de la peau. Il se renouvelle sans cesse du dedans au dehors : les cellules extérieures, se desséchant et tombant, sont continuellement remplacées par des cellules qui se forment rapidement à l'intérieur. C'est l'épiderme qui produit la matière colorante de la peau, qui est généralement blanche chez les Blancs ; ce blanc



Fig. 37.—Coupe verticale de la peau (très grossie).

de la peau et le rouge du sang produisent la coloration rose du visage, qui devient pâle lorsque, pour une cause quelconque, le sang se retire des vaisseaux. Comme il

---

Fig. 37.—1, épiderme.—2, derme.—3, 4, vaisseaux sanguins dans le derme.—5, tube de la glande sudoripare.—6, inégalités de l'épiderme, correspondant aux sillons du derme.—7, corpuscules du tact.—8, vaisseaux capillaires sanguins.—9, glande sébacée (graisseuse) à la racine du poil.—10, racine du poil.

n'y a pas de nerfs dans l'épiderme, il est insensible. Le contact fréquent d'objets durs le rend plus épais, ce qui explique que les ouvriers ont souvent les mains calleuses.

Le *derme*, qui est la couche la plus profonde de la peau est comme une sorte de feutre composé de fibres, et traversé par des vaisseaux sanguins et des filets nerveux. C'est en dessous du derme que s'accumule la *graisse*, que l'on appelle *lard* chez certains animaux. Le derme soumis au tannage devient le cuir.

Dans le derme de la peau, il y a deux sortes de glandes: les glandes *sudoripares* produisant la sueur qui arrive à l'épiderme par les petites ouvertures nommées *pores*, et les glandes *sébacées*, secrétant une matière graisseuse qui maintient la souplesse des poils. Enfin, tout le derme est couvert de petites aspérités que l'on nomme *papilles* et qui jouent le rôle principal dans le sens du toucher, à cause des fibrilles nerveuses qui y aboutissent. Plus ces papilles sont nombreuses et plus l'épiderme qui les recouvre est de mince épaisseur, plus aussi la sensation est parfaite. Elles abondent surtout, chez l'Homme, à la paume de la main et à la dernière phalange des doigts.

Pour que le sens du toucher puisse s'exercer, il faut : 1° un ébranlement (produit par un contact ou par la température) de l'extrémité des filets nerveux des papilles ; 2°, la transmission au cerveau, par les nerfs, de cet ébranlement ; 3°, une certaine attention de l'esprit à l'objet qui a provoqué l'impression reçue. C'est faute de cette attention, qu'un individu, complètement absorbé par une occupation quelconque, peut ne pas s'apercevoir du froid, etc. D'autre part, un excès d'intensité dans les impressions reçues produit la *douleur*.

A la peau peuvent être attachés divers appendices, dont les principaux sont les suivants :

1° Les *ongles*, lames cornées recouvrant l'extrémité des doigts et secrétées par l'épiderme. Ils croissent par leurs racines et par toute leur surface interne. Les *griffes* et les *sabots* sont comme des ongles modifiés. Les *cornes* ont la même composition chimique que les ongles.

2° Les *poils*, qui sont les cheveux, la barbe, le duvet, etc., et qui diffèrent beaucoup suivant les âges et les races.

3° Les *plumes*, qui recouvrent le corps des oiseaux.

4° Les *écailles*, que porte la peau des poissons. On y rapporte les plaques osseuses des Crocodiles, Tortues, etc.

Tous les animaux ont le sens du toucher; mais ils l'exercent par des organes différents: le Singe, par la main; l'Eléphant, par la trompe; le Chat, par les poils de sa lèvre supérieure; les poissons, par leurs lèvres ou leurs barbillons; les insectes, par leurs antennes; etc.

2° Sens du goût

C'est par le goût que nous connaissons la *saveur* des aliments. La *langue*, qui joue déjà un grand rôle dans la parole, est aussi l'organe du goût. Ce sens s'exerce à l'entrée du canal digestif comme pour nous mettre en garde contre les aliments nuisibles et nous porter, au contraire, par l'*appétit*, à prendre volontiers les aliments nécessaires au soutien de notre organisme.

La langue est attachée au fond de la bouche par sa base et par le *filet* qui l'y réunit en dessous. Sa grande facilité de mouvement est due aux fibres musculaires dont elle est formée et qui s'entre-croisent dans toutes les directions.

Mais comment s'exerce le sens du goût?

Il y a, sur la face supérieure de la langue, de petites saillies nommées *papilles* et qui jouent le principal rôle dans l'exercice du goût (la Fig. 38 fait voir, en *c* et en *d*, les diverses sortes de papilles). Dans chacune de ces papilles arrivent des brindilles nerveuses, qui reçoivent l'impression des saveurs provenant des objets avec lesquels la langue vient en contact. Mais pour qu'il y ait ainsi perception des saveurs, il faut que les objets soient dissous, au moins partiellement. La salive, outre le rôle qu'elle joue dans la digestion, facilite donc aussi l'exercice du goût.—Le sens du goût réside à l'extrémité, sur les bords et principalement à la base de la langue. La pointe perçoit mieux les saveurs douces; la base est surtout sensible aux saveurs amères.

Quand l'odorat est émoussé par le rhume de cerveau, on cesse de goûter certaines substances. Cela est dû à ce que ces substances telles que les rôtis et la plupart des liqueurs impressionnent très peu les papilles de la langue, mais agissent fortement sur les nerfs des fosses

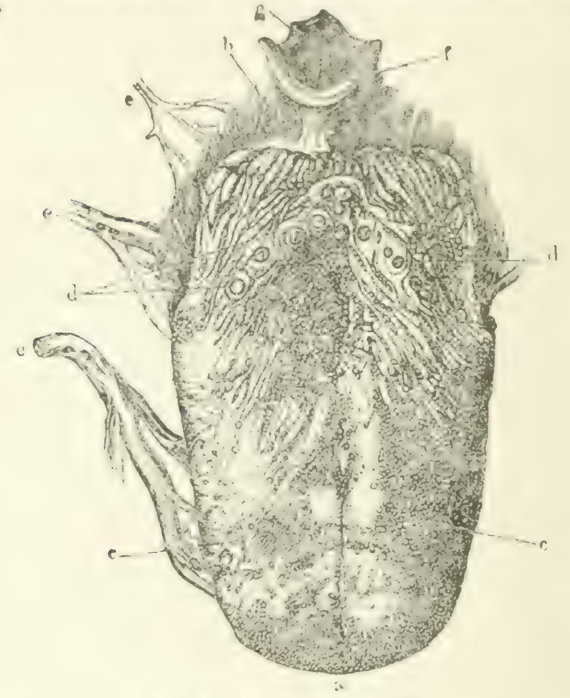


Fig. 38. — Langue de l'Homme.

nasales, qui communiquent, comme on sait, avec la bouche. On *sent* donc plutôt ces substances, en les mangeant qu'on ne les *goûte* réellement. Mais on voit bien à présent pourquoi dans le cas de l'« enrhumement », on semble ne plus en percevoir la saveur.

Fig. 38. — *a*, partie antérieure de la langue. — *b*, racine. — *c*, *d*, papilles. — *e*, nerfs de la langue. — *f*, os hyoïde. — *g*, cavité du larynx.

La langue n'existe que chez les animaux vertébrés, et elle offre de grandes différences dans les diverses classes d'animaux. On connait peu de chose de l'organe du goût chez les invertébrés.

3o Sens de l'odorat

L'*odorat* est le sens par lequel nous percevons les odeurs. L'appareil qui sert d'organe à ce sens se compose de deux parties : le *nez* et les *fosses nasales*.

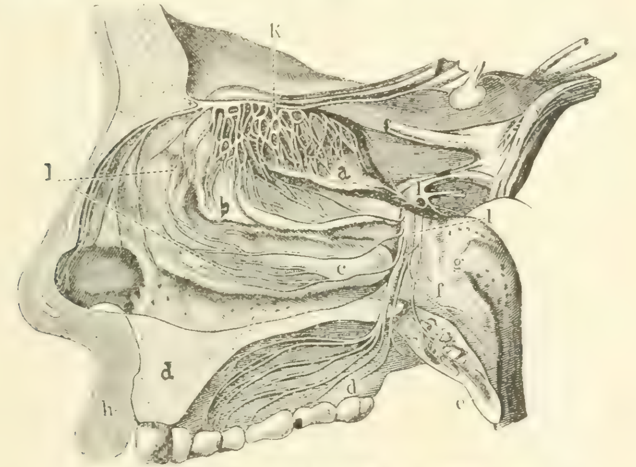


Fig. 39.—Coupe verticale du nez et des fosses nasales.

Le NEZ communique avec le dehors par les deux *narines*, et avec l'arrière-bouche par l'ouverture postérieure des fosses nasales. Une cloison cartilagineuse le partage en deux cavités intérieures qui sont comme les vestibules des fosses nasales.

Les FOSSES NASALES font suite aux cavités du nez, et sont creusées dans l'épaisseur des os. Une cloison osseuse les sépare l'une de l'autre. Dans chacune des fosses

Fig. 39.—*a*, nerf de l'odorat dans le cornet supérieur du nez.—*b*, cornet moyen avec filets nerveux tactiles.—*c*, cornet inférieur avec filets nerveux tactiles.—*d*, os de la mâchoire supérieure.—*h*, lèvre supérieure.

nasales, il y a trois replis osseux, que l'on nomme *cornets du nez*, et qui augmentent la surface où s'exerce l'odorat.

La peau qui tapisse les fosses nasales se nomme *muqueuse pituitaire*. C'est elle qui à proprement dire est le véritable organe de l'odorat, puisque seule elle est sensible aux odeurs, et encore ne l'est-elle que dans sa partie, très limitée, qui recouvre le haut de la cloison et des parois des fosses nasales.

Il est très facile, maintenant que nous connaissons l'appareil olfactif ou de l'odorat, de comprendre comment on *sent*, comment on perçoit les odeurs.

Il faut bien savoir, d'abord, que les "odeurs" sont des particules, extrêmement fines, qui se détachent des corps et flottent dans l'air environnant. Quand on aspire l'air par le nez, comme cela se fait incessamment pour le besoin de la respiration, ces particules sont entraînées avec l'air aspiré et viennent se fixer sur la partie sensible de la muqueuse pituitaire continuellement lubrifiée par le "mucus nasal" que sécrètent des glandes spéciales. Ces particules, en se fixant sur la muqueuse, y déterminent une impression que le nerf olfactif, par ses ramifications nombreuses, recueille et transmet au cerveau. Et l'âme, alors juge que tel ou tel objet matériel est dans le voisinage; en d'autres termes, le sens de l'odorat a été mis en activité, on a senti.

Il ne manque pas d'animaux vertébrés, comme le Chien, le Renard, etc., qui ont l'odorat plus fin que celui de l'Homme. La trompe, le groin, le mufle, etc., ne sont que des genres différents d'appareil olfactif. Les oiseaux et les poissons ont l'odorat peu développé. Quant aux invertébrés, on est peu renseigné sur les organes olfactifs dont ils peuvent être pourvus.

4º Sens de l'ouïe

Le sens de l'ouïe qui a pour objet de percevoir les sons est encore un moyen que le Créateur a donné à l'Homme et aux animaux pour entrer en relation avec les autres êtres animés et reconnaître certains objets

matériels. Pour apprécier son importance, il suffit de considérer qu'il nous permet d'entendre la parole, le chant, la musique.

On sait que le son résulte d'un état de vibration des corps. Tout le monde, en certaines circonstances, a *vu* les vibrations sonores d'une corde, par exemple, a *senti* vibrer un plancher, par exemple, dans le voisinage d'un orgue puissant. Ces vibrations sonores se communiquent à l'air, qui les propage dans toutes les directions. Et voilà les sons ou les bruits qui par l'air arrivent à l'oreille des animaux. Mais comment l'animal reçoit-il l'impression des sons, *comment entend-il*, enfin ? Une courte

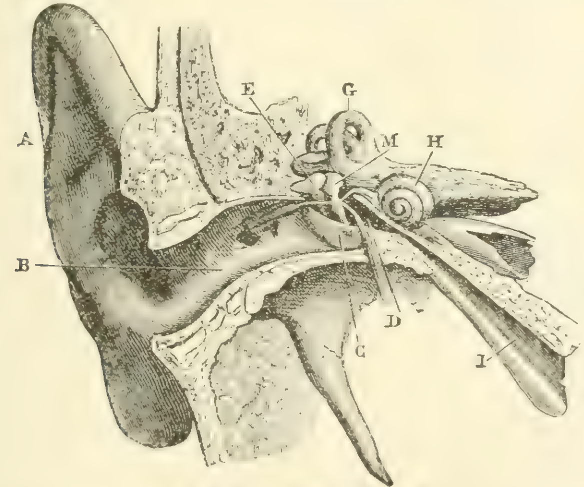


Fig. 40. — Oreille de l'Homme.

étude de l'oreille de l'Homme, le plus compliqué et le plus parfait des appareils auditifs, va le faire comprendre en une certaine mesure. Suivons donc la marche d'une " onde aérienne sonore " (ébranlement sonore de l'air).

Fig. 40. — A, pavillon ou conque auditive. — B, conduit auditif externe. — C, membrane du tympan. — D, caisse du tympan. — E, enclume. — M, marteau. — G, canaux semi-circulaires. — H, limaçon. — I, trompe d'Eustache.

L'appareil auditif de l'Homme comprend trois parties : *l'oreille externe*, *l'oreille moyenne* et *l'oreille interne*.

1° Oreille externe. — L'onde sonore est recueillie d'abord par le *pavillon* (Fig. 40, A), que ses formes irrégulières aident précisément à remplir ce rôle de collecteur des sons ; puis elle s'engage dans le *conduit auditif* (B). Ce conduit, nommé vulgairement tuyau de l'oreille, n'est long que d'un pouce environ. Il est creusé dans l'os que l'on appelle *rocher*. Des poils raides à l'entrée, puis la cire (*cérumen*) produite par des glandes, empêchent jusqu'à un certain point les corps étrangers de pénétrer dans l'oreille.

2° Oreille moyenne. — Le conduit auditif aboutit à une membrane mince, tendue en travers, et qui le ferme complètement : cette membrane, qui est comme une peau de tambour toujours prête à vibrer, c'est le *tympan* (Fig. 40, C). — En dedans du tympan, est une cavité nommée *caisse du tympan* (D), et dont l'intérieur est en communication avec l'air extérieur par la *trompe d'Eustache* (I), canal long d'environ un pouce et demi et qui arrive en haut de l'arrière-bouche (pharynx). — La caisse du tympan offre encore deux petites ouvertures, situées du côté interne et fermées aussi par des membranes : on les nomme *fenêtre ovale* et *fenêtre ronde* (Fig. 42, 4 et 10). — Dans la caisse du tympan, il y a une chaîne de petits os, attachés l'un à l'autre, et qui s'appuient d'un côté sur la membrane du tympan et de l'autre sur la membrane de la fenêtre ovale. On nomme ces petits os, dits les *osselets de l'ouïe* (Fig. 41) : le *marteau*, l'*enclume*, l'*étrier* et le *lenticulaire* (celui-ci, qui a la grosseur d'un grain de sable, est placé entre l'étrier et l'enclume). Cette chaîne d'osselets peut s'allonger ou se raccourcir un peu, et par là même elle tend ou distend légèrement les membranes des deux côtés de la caisse tympanique, comme

Fig. 41. — Les osselets de l'ouïe (grossis).

Fig. 41. — M, le marteau et ses muscles. — E, l'enclume. — L, le lenticulaire. — K, l'étrier et son muscle.

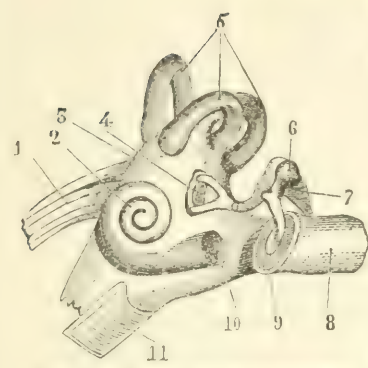


Fig. 42. – Les organes intérieurs de l'oreille.

font les cordes d'un tambour : cela a pour effet de rendre la caisse tympanique plus ou moins résonnante.

Mais, qu'est devenue, à travers tous ces organes, l' " onde aérienne sonore " que nous avons laissée dans le *conduit auditif* ? — Cette onde sonore, en frappant la membrane du tympan, lui a communiqué son mouvement de vibration. Cette membrane, en vibrant elle-même, a transmis le même mouvement de vibration aux osselets et à l'air contenu dans la caisse tympanique : par suite de cet ébranlement de l'oreille moyenne, les sons se trouvent renforcés. Mais aussi, voilà que notre " onde aérienne sonore " ainsi renforcée va pénétrer dans l'*oreille interne* en faisant vibrer la fenêtre ovale (sous l'effort de la chaîne des osselets) et la fenêtre ronde (mise en mouvement par l'air de la caisse tympanique). Il faut donc étudier maintenant le mécanisme de l'oreille interne.

3° Oreille interne. —C'est ici que s'exerce, à vrai dire, le sens de l'ouïe ; et le mécanisme y est si compliqué, qu'on donne le nom de *labyrinthe* à cette oreille interne, qui est logée dans la partie la plus dure de l'os des tempes. En résumé, elle se compose de plusieurs tubes remplis d'un liquide particulier où viennent plonger les extrémités du nerf auditif ou acoustique.—Mais il convient d'examiner un peu en détail chacune de ces pièces du labyrinthe.

Fig. 42.—(Cette vignette se rapporte à l'oreille gauche).—1, nerf acoustique.—2, limaçon.—3, vestibule.—4, fenêtre ovale (sur laquelle s'appuie la base de l'étrier).—5, canaux semi-circulaires.—6, tête du marteau s'articulant avec l'enclume et dont le manche s'appuie sur le tympan.—7, enclume.—8, conduit auditif.—9, membrane du tympan.—10, fenêtre ronde communiquant avec le limaçon.—11, trompe d'Eustache.

On distingue trois parties dans l'oreille interne : le *vestibule*, les *canaux semi-circulaires* et le *limaçon*. Dans ces cavités s'étend le *nerf auditif*.

1° Le *vestibule* (Fig. 42, 3 ; Fig. 43, *a*, *b*), situé au milieu de l'oreille interne, communique avec l'oreille moyenne (ou caisse du tympan) par la fenêtre ovale. Dans le liquide qui le remplit, se trouve une sorte de poussière pierreuse.

2° Les trois *canaux semi-circulaires* (Fig. 42, 5 ; Fig. 43, *c*, *c*, *c*), sont des conduits pliés en demi-cercles. Ils s'ouvrent tous trois sur le vestibule.

3° Le *limaçon* (Fig. 42, 2 ; Fig. 43, *d*), ainsi appelé à

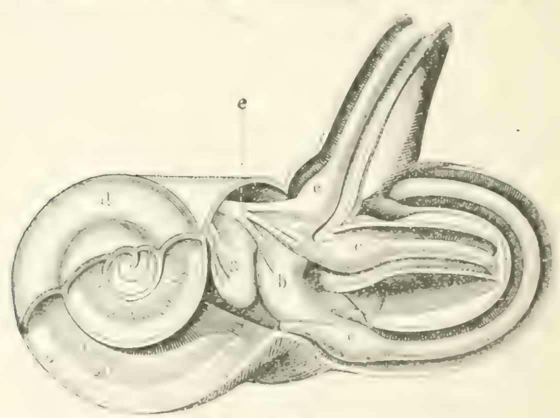


Fig. 43. — Oreille interne.

cause de sa ressemblance avec le mollusque de même nom, est un tube osseux contourné en une spirale de deux tours et demi. D'un bout il communique avec le vestibule et de l'autre avec l'oreille moyenne (ou caisse tympanique) par la fenêtre ronde (Fig. 42, 10). Dans toute sa longueur, le limaçon est parcouru par une bande aplatie nommée *lame spirale*. — Nous voici arrivés au centre de l'appareil auditif et à l'organe de tous le plus

Fig. 43. — *a*, *b*, vestibule (en *a* on voit des rameaux du nerf acoustique). — *c*, *c*, *c*, ampoules des canaux semi-circulaires. — *d*, limaçon (en partie ouvert). — *e*, rameaux du nerf acoustique.

merveilleux ! En effet, cette lame spirale, baignée dans un liquide aqueux, contient l'épanouissement du nerf acoustique en 6000 fibres, tendues transversalement, comme seraient les cordes d'une harpe... Ces 6000 cordes prêtes à vibrer sont de diverses longueurs, donnant par conséquent des sons de hauteur différente, comme un clavier. Ces cordes sont munies d'un système qui les tend ou les relâche, qui les *accorde*, en un mot... Comme la gamme musicale de sept octaves ne comprend que 84 demi-tons, et que l'oreille contient 6000 fibres ou cordes pour les rendre, il s'ensuit que nous avons 72 fibres ou cordes pour nous permettre de percevoir les nuances diverses d'un seul demi-ton !...

Allons maintenant retrouver notre "onde aérienne sonore" que nous avons laissée au seuil de l'oreille interne. Elle s'y introduit en faisant vibrer la membrane de la *fenêtre ovale* par le moyen des *osselets*, et la membrane de la *fenêtre ronde* par l'air (déjà vibrant) de la caisse du tympan. Les membranes des deux *fenêtres* transmettent aussitôt ces vibrations au liquide qui remplit l'oreille interne, lequel les transmet à son tour aux fibres nerveuses qui y baignent. Le nerf auditif ou acoustique recueille enfin ces vibrations de l'"onde aérienne sonore", et les envoie au cerveau.—Voilà comment nous percevons les vibrations qui constituent le son, c'est-à-dire voilà *comment nous entendons*.

Quant aux animaux, les vertébrés ont un appareil auditif assez ressemblant à celui de l'Homme, que nous venons d'étudier ; chez quelques-uns, il est même plus parfait en certains détails.

Les invertébrés, en général, n'ont pas d'oreille visible. Ils paraissent pourtant, même les plus inférieurs, être pourvus du sens de l'ouïe.

5º Sens de la vue

Voici le plus parfait de nos sens, et l'*œil*, son organe, est le plus délicat et celui que nous cherchions surtout à protéger. C'est donc encore un moyen de relation avec

les objets extérieurs que le Créateur a donné à l'Homme et aux animaux ; et ce moyen, comme la faculté d'entendre, agit même à distance ; et, de même aussi que les autres sens, celui-ci est la source de jouissances utiles au bonheur et qu'il appartient toujours à la raison de contrôler.

Afin de pouvoir se rendre compte de la manière dont s'exerce la vision des objets, il est indispensable d'avoir une idée assez complète des différentes pièces qui composent le mécanisme de l'organe de la vue. On obtiendra ce résultat très facilement en étudiant d'un peu près la vignette ci-dessous, qui représente l'œil humain vu de côté.

Les *paupières* (10 et 12) sont fermées dans cette image. Ce sont des voiles membraneux, qui à notre gré peuvent recouvrir entièrement le globe oculaire, soit pour le protéger contre un danger quelconque, soit pour intercepter la lumière pendant le sommeil. La peau intérieure des paupières se nomme *conjonctive*.

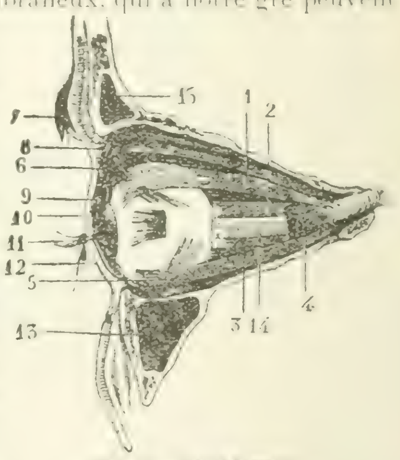


Fig. 44. — L'œil humain.

Un peu au-dessus de chaque œil, vers l'angle externe, il y a une *glande lacrymale*, de la grosseur d'une noisette, et qui produit les *larmes*, liquide qui s'écoule sur le globe oculaire, pour le nettoyer des poussières qui pourraient y arriver et aussi pour faciliter son glissement sous les paupières. Après avoir rendu ces services, les larmes

Fig. 44. — 1, muscle droit supérieur. — 2, muscle droit externe. — 3, muscle droit inférieur. — 4, muscle droit interne (coupé). — 5, muscle petit oblique. — 6, muscle grand oblique. — 7, sourcil. — 8, muscle élévateur de la paupière supérieure. — 9, membrane conjonctive. — 10, paupière supérieure. — 11, cils. — 12, paupière inférieure. — 13, sinus maxillaire. — 14, nerf optique. — 15, sinus frontal.

s'écoulent par un conduit spécial jusque dans les fosses nasales ; mais lorsque, sous le coup d'une émotion ou pour une autre cause, elles sont produites en trop grande abondance, elles coulent sur les joues.

Au N° 11, on voit les *cils*, qui bordent les paupières. Les poils longs et déliés, dont ils se composent, tempèrent les rayons lumineux et arrêtent les poussières de l'air.

Les *sourcils* (7), qui sont les deux arcs de poils placés au-dessus des yeux, ont pour fonction principale d'empêcher la sueur de descendre du front sur les yeux.

Six *muscles* (1 à 6) permettent au globe de l'œil de se tourner en tous sens et de prendre ainsi la direction nécessaire pour bien voir l'objet visé.

Le *globe oculaire* est de forme presque sphérique. La cavité où il est logé se nomme *orbite*. Les vignettes 45 et 46 vont nous permettre de bien connaître les parties dont ce globe de l'œil se compose, surtout la Fig. 46 qui représente l'œil coupé par le milieu.

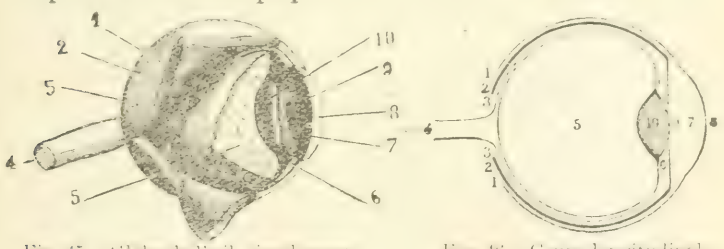


Fig. 45.—Globe de l'œil, simplement ouvert.

Fig. 46.—Coupe longitudinale de l'œil.

Si l'on commence l'étude du globe oculaire par l'extérieur, on constate que deux membranes l'enveloppent entièrement, excepté en avant et en arrière : la plus extérieure est la *sclérotique* (1), nommée vulgairement *blanc de l'œil*. La seconde, qui est comme sa doublure, est la *choroïde* (2) ; elle est de couleur presque noire. Mais la partie que l'on en voit, sur le devant de l'œil, se

Fig. 45-46.—1, sclérotique (blanc de l'œil).—2, choroïde.—3, rétine.—4, nerf optique.—5, humeur vitrée.—6, chambre posterieure de l'œil.—7, chambre antérieure.—8, cornée transparente.—9, pupille, ouverture circulaire du milieu de l'iris.—10, cristallin.

nomme *iris*, et varie de couleur suivant les personnes. Au centre de l'iris, une petite ouverture, nommée *pupille* (9), se rétrécit ou s'agrandit, suivant que la lumière est vive ou faible.

Voici maintenant, d'après les Fig. 45 et 46 et en commençant par la partie antérieure, les pièces successives qui composent le globe oculaire lui-même :

(8) La *cornée transparente*, membrane bombée, mince et transparente, enchâssée comme un verre de montre dans les rebords de la sclérotique.

(7) La *chambre antérieure*, espace de deux à trois millimètres d'épaisseur et rempli d'un liquide incolore, qui est surtout de l'eau.

(9) L'*iris*, partie visible de la choroïde, variant de nuances suivant les personnes, et percée en son milieu par la *pupille*.

(10) Le *cristallin*, corps transparent, bombé en avant et en arrière ; on dirait d'une lentille biconvexe, et elle en remplit en effet le rôle dans la vision.

(5) L'*humeur vitrée*, qui comprend environ les trois quarts de l'œil, est une masse incolore, d'aspect gélatineux et parfaitement transparente.

(3) La *rétine*, membrane grisâtre qui recouvre à l'intérieur la choroïde et constitue le fond de l'œil. En réalité, la rétine n'est qu'un épanouissement du nerf optique : c'est le véritable organe de la vue, parce que c'est sur elle, comme sur un écran, que se dessinent les images des objets extérieurs.

Comment on voit

Puisque nous connaissons à présent toutes les pièces qui composent l'appareil de la vision, il va être facile d'en comprendre le fonctionnement.

Rien ne ressemble plus à ce qui se passe dans la vision que ce qui se passe dans la prise d'une vue photographique, comme on peut le constater en considérant la Fig. 47. On y aperçoit tout de suite que les rayons lumineux S B entrent par l'*ouverture* du *diaphragme*, passent à travers

la *lentille*, et arrivés dans la *chambre noire* vont s'arrêter sur la *plaque*, pour y former l'*image* (la tête en bas) de l'objet, qui est un brin de mousse.

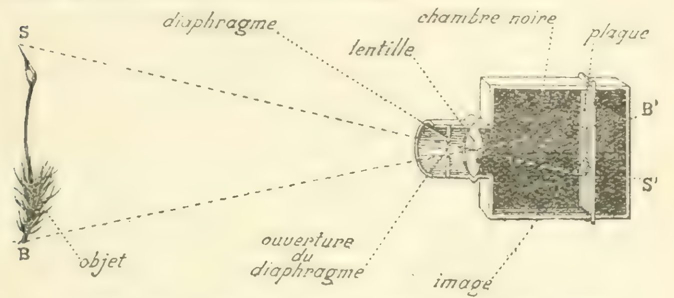


Fig. 47.—Image d'un objet S B produite en B' S' sur la plaque d'un appareil photographique. (G. Bonnier.)

Eh bien, dans l'acte de la vision, les choses se passent à peu près pareillement, ainsi qu'on le reconnaîtra à l'aide de la Fig.48, qui représente la marche des rayons lumineux

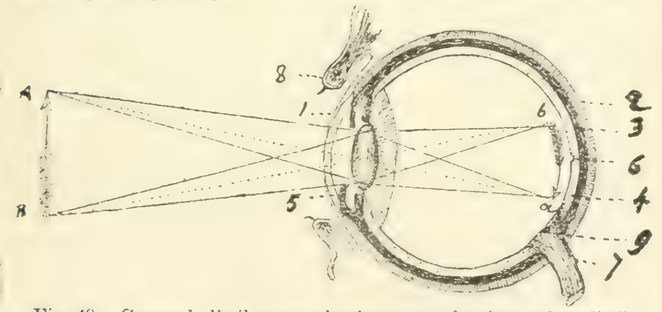


Fig. 48.—Coupe de l'œil et marche des rayons lumineux dans l'œil.

dans l'œil. On y constate que les rayons lumineux partis d'un objet quelconque, par exemple de la flèche A B, entrent par la *pupille*, ouverture de l'*iris*, passent à

Fig. 48.—1, cornée transparente.—2, sclérotique (*blanc de l'œil*).—3, choroïde.—4, rétine.—5, iris, percé par la pupille.—6, tache jaune (de la grandeur d'une tête d'épingle et où les images se forment avec le plus de netteté).—7, nerf optique.—8, paupières et cils.—9, *punctum cæcum* ou point aveugle (où arrive le nerf optique et où aucune image ne peut se former).—A B, flèche dont l'image se reproduit renversée sur la rétine en *a b*.

travers le *cristallin* (qui est une véritable lentille), et arrivés dans l'*humeur vitrée* (qui correspond à une chambre noire, enveloppée qu'elle est dans la choroïde, membrane de couleur noire), vont s'arrêter sur la *rétine*, pour y former (aussi la tête en bas) l'*image* de l'objet.

Il y a donc une grande ressemblance entre le fonctionnement de l'appareil photographique et celui de l'appareil de la vue. Mais aussi il y a de grandes différences, parce que l'appareil visuel est un appareil en vie... L'appareil photographique ne fait pas avancer ou reculer lui-même sa lentille pour la mettre au juste point; il n'agrandit pas ou ne rétrécit pas lui-même l'ouverture du diaphragme pour que l'image soit bien nette; il ne se met pas lui-même en opération; il ne place pas lui-même la nouvelle plaque sensible dont il a besoin chaque fois qu'il doit prendre une image... Eh bien, toutes ces parties de l'opération visuelle, l'œil les exécute lui-même et pour ainsi dire avec la rapidité de la pensée. Chez lui, l'écran (rétine) reste toujours à la même distance de la lentille (cristallin); mais cette lentille peut à volonté se bomber ou s'aplatir, ce qui lui donne la courbure nécessaire pour recevoir des images de près ou de loin. S'il faut plus ou moins de lumière pour donner une bonne image, la pupille s'agrandit ou se rétrécit juste autant qu'il faut. De plus, la même plaque sensible, qui est la rétine, sert toujours, parce que, si l'image de l'objet s'y dessine, elle ne s'y fixe pas; en effet, le nerf optique emporte aussitôt cette image au cerveau où elle s'enregistre pour un temps plus ou moins long, suivant que la mémoire est plus ou moins fidèle. Combien donc l'appareil de la vue n'est-il pas incomparablement supérieur aux instruments les plus parfaits que l'industrie humaine a pu exécuter !

Il convient d'ajouter à tout ce qui précède les quelques remarques suivantes :

1° Les rayons lumineux partis de chacun des points de l'objet regardé ne font pas que traverser simplement les différentes parties liquides ou gélatineuses du globe oculaire; ils y subissent la déviation nécessaire pour se

rapprocher les uns des autres et aller former sur la rétine l'image très petite de l'objet, qui est souvent de très grandes dimensions. Les lignes droites, puis infléchies, de la Fig. 48, tirées des points extrêmes seulement de l'objet, représentent ce phénomène.

2° Dans chacun des deux yeux il se forme une image de l'objet regardé, et pourtant nous n'en voyons qu'une seule ! C'est dans le cerveau, où les deux branches du nerf optique ont apporté chacune une image, que les deux représentations de l'objet se confondent pour n'en former qu'une.

3° Il suffit d'observer un instant la marche des rayons lumineux dans la Fig. 48, pour comprendre comment il se fait que l'image de l'objet est *renversée* sur la rétine. C'est encore le cerveau qui, par l'habitude ou par le jugement, rétablit l'objet dans la position qu'il a réellement.

La vue chez les animaux

L'œil des *vertébrés* ressemble beaucoup à celui de l'Homme, mais avec quelques différences. Ainsi, la pupille est chez le Chat en forme de fente verticale ; chez le Cheval et les ruminants, en forme de fente transversale. Les oiseaux et la plupart les reptiles ont trois paupières. Les poissons, dépourvus de paupières, ont le cristallin sphérique : ils ont donc la vue courte.—Parmi les *invertébrés*, les insectes, les crustacés et les Araignées, etc., ont souvent à la fois deux sortes d'yeux, des yeux *simples*, placés sur le sommet de la tête, au nombre de trois au plus, et des yeux *composés* ou à facettes, formés de cônes ou tubes juxtaposés (si ténus, qu'on a pu en compter jusqu'à 25,000 dans l'œil d'un insecte). Les Etoiles de mer ont les yeux placés à l'extrémité de leurs rayons. Chez beaucoup de crustacés (Crabes, Homards, etc.), les yeux sont au bout de petites tiges mobiles. Quant aux animaux des classes les plus inférieures, on ne trouve pas chez eux d'organes de la vue.

DEUXIÈME PARTIE

COUP D'ŒIL SUR LE RÈGNE ANIMAL

GÉNÉRALITÉS

La puissance de Dieu, sa providence et sa bonté pour l'Homme apparaissent de toutes parts dans l'univers. Les astres de la voûte céleste et les végétaux de la terre décorent ce séjour où s'écoule le temps de notre épreuve terrestre : les minéraux, les plantes et les animaux abondent partout, et sont à notre service pour faciliter autant que possible les conditions de notre existence.

Pour ne parler ici que des animaux, ils existent en quantités innombrables sur la terre, dans les eaux et dans l'air, prêts à être utilisés pour tout ce que nous voulons. Les uns servent à notre nourriture (animaux de boucherie, gibier à poil et à plumes, poissons, etc.) Les autres nous fournissent le vêtement (les fourrures, les cuirs, la laine, la soie). D'autres encore, plus adaptés au service immédiat de l'Homme, nous aident dans la culture du sol, dans le transport des fardeaux, dans la protection de nos biens (Bœuf, Cheval, Ane, Chien, Chat). Il y en a même que nous pouvons utiliser pour la parure des vêtements (vers à soie, mollusques à nacre et à perles), comme pour la délicatesse de l'alimentation (Huîtres, Abeilles à miel). Pour bien comprendre les services que nous tirons du règne animal, il n'y a qu'à supposer, pour un instant, que tous les êtres animés sont anéantis tout d'un coup : combien la vie de l'Homme deviendrait aussitôt difficile et misérable !

Puisque le règne animal tient une si grande place, il convient beaucoup et il est d'un grand intérêt d'acquérir quelques connaissances sur les principales classes d'animaux, sur leur façon de vivre, sur les ressemblances et

les différences qu'il y a de l'une à l'autre, sur les services qu'ils peuvent nous rendre. Nous allons donner de courtes notions sur ces sujets dans les pages suivantes.

Avant tout, il faut bien mettre de l'ordre dans cette étude du règne animal. On calcule qu'il y a plus de 360,000 espèces différentes d'animaux vivant autour du globe terrestre. S'il fallait aller à l'aventure au milieu de cette multitude d'espèces animales, on ne s'y reconnaîtrait jamais, et non plus l'on n'en finirait jamais. Heureusement, il est facile d'établir parmi ce nombre immense d'êtres animés de grandes divisions, qui permettent d'étudier à la fois de nombreuses espèces réunies, à cause de certains caractères communs à toutes, dans des groupements particuliers.

C'est ainsi que l'on peut partager tout le règne animal en deux grandes divisions, dont nous avons déjà parlé précédemment : les VERTÉBRÉS, et les INVERTÉBRÉS. Ce qui distingue les premiers, c'est qu'ils ont la partie principale du système nerveux enclos dans une enveloppe osseuse : à savoir, le cerveau dans le crâne, et la moelle épinière dans la colonne vertébrale. Quant aux invertébrés, ils n'ont pas de squelette intérieur ; mais ils sont généralement pourvus d'une enveloppe osseuse, plus ou moins dure, et qui les protège contre ce qui pourrait leur être dommageable.

I.—Les vertébrés forment la partie la plus intéressante de tout le règne animal, soit à cause de la plus grande perfection de leur organisme corporel, soit parce qu'ils comprennent les animaux dont nous retirons le plus d'utilité.—Leur corps est construit suivant un plan qui se rapproche plus ou moins de celui du corps humain, et qui offre chez tous des caractères communs. Par exemple, ils ont tous un squelette intérieur, qui se compose d'un crâne, d'une colonne vertébrale et de membres, dont il n'y a jamais plus de quatre. Leur sang est rouge. Ils ont des organes distincts de la vue, de l'ouïe, du goût et de l'odorat.

En examinant d'un peu près l'organisation des vertébrés, on s'aperçoit promptement qu'il est facile

d'établir parmi leurs nombreuses espèces des groupements déterminés, appuyés sur certains caractères aisément reconnaissables. Et de la sorte on a réparti toutes ces espèces en cinq classes distinctes qui sont : les *mammifères*, les *oiseaux*, les *reptiles*, les *batraciens* et les *poissons*. Les animaux des deux premières classes ont le sang chaud ; ceux des trois dernières ont le sang froid. — Il sera sans doute intéressant de comparer immédiatement entre elles ces cinq classes et de voir quelles différences les séparent.

1° Les MAMMIFÈRES ont pour caractère particulier de nourrir de leur lait leurs petits qui naissent vivants. La plupart des mammifères vivent sur la terre : ce sont les *quadrupèdes*, qui sont pourvus de quatre pieds. Mais il y en a d'autres, les Baleines, par exemple, qui ont la forme de poissons, et qui vivent dans l'eau. Il y en a même, comme les Chauves-Souris, qui peuvent voler en une certaine mesure, et qui par conséquent ont quelque ressemblance avec les oiseaux.

2° Les OISEAUX ont le sang chaud comme les mammifères ; mais comme les trois classes suivantes, ils se reproduisent par des œufs. Seuls de tous les vertébrés, ils ont le corps couvert de plumes. Enfin, ils sont organisés surtout pour le vol.

3° Les REPTILES, dont beaucoup n'ont pas de membres, rampent sur le sol. La plupart se reproduisent par des œufs. Ces animaux ont la propriété singulière de voir "repousser" les membres qu'ils ont perdus. Aucune autre classe d'animaux n'inspire à tout le monde une aussi grande répugnance que les reptiles.

4° Les BATRACIENS sont aquatiques seulement dans le jeune âge, et amphibies lorsqu'ils sont adultes. Ils se reproduisent par des œufs. Mais ces animaux, depuis leur éclosion, passent par des transformations (métamorphoses) considérables, avant d'atteindre leur état définitif.

5° Les POISSONS sont disposés pour vivre toujours dans l'eau. Ils n'ont pas d'autres membres que des nageoires ; leurs os sont des arêtes. Ils peuplent les océans, les fleuves, les rivières et les lacs.

Dans les pages suivantes, nous énumérerons et nous étudierons brièvement les espèces les plus importantes ou les plus intéressantes des vertébrés.

II. — Les animaux invertébrés forment une partie très considérable du règne animal. Leur corps n'a pas de charpente osseuse intérieure ; mais, chez le plus grand nombre, il est recouvert d'une enveloppe plus ou moins dure. Ces animaux sont généralement de taille assez petite, et surtout ils sont de formes souvent très étranges ; souvent aussi leur organisation et leurs manières de vivre sont extrêmement curieuses. Il est donc très intéressant de les étudier à fond. Mais cette étude exigerait des développements trop considérables, et nous n'y pourrons consacrer plus que quelques pages. Toutefois nous parlerons un peu plus longuement des INSECTES, qui sont bien, de tous les invertébrés, ceux qu'il importe le plus de connaitre, moins à cause des services qu'ils nous rendent, qu'à raison des ennuis et des dommages dont nous leur sommes très souvent redevables.

CHAPITRE I

LES MAMMIFÈRES

Les mammifères ont pour caractère spécial d'être pourvus d'organes producteurs de lait, aliment destiné à la nourriture de leurs petits, qui naissent vivants. Ils sont en tête de tout le règne animal à cause de la perfection plus grande de leur organisme corporel et des facultés diverses dont le Créateur les a doués. C'est à cette classe d'animaux que se rapportait surtout cette étude d'anatomie et de physiologie qui forme la première partie de ce traité. — Suivant qu'ils se nourrissent principalement de chair, d'herbes, de fruits et graines, ou d'insectes, ils sont dits *carnivores*, *herbivores*, *frugivores*, ou *insectivores* ; le nom d'*omnivores* se donne à ceux qui se nourrissent de toutes sortes d'aliments.

1° Nos animaux domestiques

Ane. — Moins vigoureux et moins élégant que le Cheval, l'Ane rend aussi de grands services, en d'autres pays où il est généralement employé. Au Canada, il est presque inconnu. En certaines contrées de l'Orient, il existe à l'état sauvage. Sa sobriété et sa patience sont proverbiales. Il résiste également, dit Buffon (1), aux mauvais traitements et aux incommodités d'un climat fâcheux.

Bœuf. — Il n'y a pas d'animal qui rende autant de services à l'Homme que le Bœuf domestique, qui même remplace le Cheval dans beaucoup de travaux agricoles. C'est un ruminant (nom donné aux mammifères qui ont la faculté de faire revenir les aliments de l'estomac à la bouche, pour les mâcher de nouveau). Il est d'une allure alourdie ; mais il peut cependant courir assez vite en certaines circonstances. Il atteindrait une quinzaine d'années, si on le laissait vivre. Mais la plupart du temps, après l'avoir utilisé surtout au labourage des terres, on l'engraisse pour la boucherie. Et sa dépouille tout entière peut être utilisée. Sa chair, si succulente, est fort employée dans l'alimentation ; son poil sert à lier certains mortiers ; sa peau, suivant la façon dont on la traite, donne du cuir ou de la colle forte ; de ses cornes, on fait des peignes, etc. ; son sang est susceptible de beaucoup d'emplois dans l'industrie, où, entre autres usages, il sert à faire le *bleu de Prusse*. La baudruche est fabriquée de la membrane qui recouvre ses intestins.—Quant aux usages du lait de Vache, qui donne la crème, le beurre et le fromage, ils sont très appréciés, surtout en notre Province, où la pratique de l'industrie laitière a répandu l'aisance dans nos campagnes. —Beaucoup de races bovines sont estimées, les unes pour l'engraissement, les autres pour le lait. On sait que la race dite *canadienne* est pourvue d'un ensemble de qualités qui la rendent précieuse pour notre pays.

(1) Célèbre naturaliste français, qui vécut de 1683 à 1775.

CHAT.—De la même famille que le Lion, le Tigre, etc., et d'une nature défiante, cet animal s'attache plus à la maison qu'à ses maîtres. Il est habile et zélé chasseur de Rats et de Souris, contre qui il a mission de protéger les édifices et leur contenu. Il est d'une extrême gentillesse dans le jeune âge ; du reste, son humeur et son caractère dépendent toujours beaucoup de la façon dont il est traité. Il ne vit qu'une quinzaine d'années. Les variétés les plus connues sont : le Chat d'Espagne, à robe tachetée de blanc, de roux et de noir, et le Chat d'Angora, à poil soyeux et très long.

CHEVAL. — Le Cheval est peut-être le plus beau des animaux par l'élégance de ses formes et la noblesse de son maintien. Il est également utilisé par l'Homme à la guerre, et dans les travaux de la paix. Il a suivi l'Homme dans tous les pays de l'univers. Les régimes divers auxquels il a été soumis et la différence des climats sous lesquels il a vécu, ont formé des races chevalines bien distinctes, plus appropriées les unes à traîner les lourdes charges, les autres à être utilisées pour la course, etc. La durée utile de sa carrière atteint à peine quinze ans, bien qu'il puisse vivre une trentaine d'années. Le Cheval "canadien", qui devient rare, a des qualités particulières d'endurance et d'utilité générale.

CHÈVRE.—Cet animal (dont le mâle se nomme Bouc) est l'objet de peu d'attention dans notre pays. Fournissant un lait riche et léger, il a reçu le surnom de Vache du pauvre. Sa dépouille sert, comme celle du Bœuf, à de nombreux usages. Par exemple, de sa peau on fait le cuir nommé maroquin : son poil entre dans la composition d'étoffes diverses (le cachemire est fabriqué avec le duvet des



Fig. 49. Bouc du Thibet.

Chèvres du Thibet ; sa corne sert à faire des peignes, des boutons, etc. —La Chèvre est d'une humeur si capricieuse, qu'on ne la garde beaucoup que dans les pays montagneux et impropres à la culture.

CHIEN.—On l'a appelé à juste titre l'ami de l'Homme. Nul animal, en effet, ne s'attache comme lui à son maître, même s'il est maltraité par lui. Il appartient à la même tribu que le Loup et le Renard. Les races et les variétés de Chien sont très nombreuses, les unes paraissant destinées à certains objets plus que les autres. C'est ainsi qu'il y a : les Chiens de berger, les Chiens de chasse, les Terre-Neuve, les Saint-Bernard, et beaucoup d'autres sortes. Le Chien ne dépasse pas beaucoup l'âge de vingt ans.

MOUTON.—On donne au mâle le nom de Bélier, à la femelle celui de Brebis, et au jeune celui d'Agneau. La douceur et la stupidité du Mouton sont bien connues. Il est fort estimé comme animal de boucherie. En certains pays, on fait de son lait des fromages particuliers. Sa peau donne un cuir assez utilisé, et une laine plus ou moins abondante et très employée pour la fabrication des étoffes. Les Moutons *mérinos* fournissent une laine plus fine. Les races et les variétés sont nombreuses chez les Moutons.

PORC.—Il appartient à l'ordre zoologique des pachydermes, comme l'Éléphant. C'est un animal à forme lourde et à voix désagréable, mais très important pour l'alimentation, où il est utilisé tout entier. Entre sa peau et ses muscles se forme une couche graisseuse nommée *lard*. Le *saindoux* est sa graisse fondue. Ses cuissots fumés sont les *jambons*. On sait aussi que le *boudin* se fabrique avec son sang. Sa peau soumise au tannage donne des cuirs utilisables. Sa chair elle-même est très nourrissante. Le Porc est omnivore, et facile par conséquent à entretenir. Il y en a un grand nombre de variétés, résultant des croisements multipliés et de la diversité des climats.

2° Nos animaux sauvages

BALEINE.—Grand mammifère marin, qui peut attein-

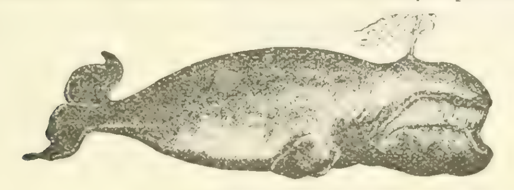


Fig. 50.—La Baleine.

dre une longueur de 90 pieds, et un poids de 300,000 livres. Dépourvu de dents, il porte à la mâchoire supérieure une rangée de lames cornées, nommées fanons, et qui lui permettent de retenir dans sa bouche les mollusques, poissons, etc., dont il se nourrit. La Baleine fournit une grande quantité d'huile. On lui fait activement la chasse dans le bas du fleuve Saint-Laurent, surtout aux Sept-Isles.

BELETTE.—La Belette a la réputation d'un animal sanguinaire, qui tue pour tuer; aussi, elle cause des désastres dans les basses-cours. Par contre, elle peut se rendre utile, en exterminant très vite tous les Rats et les Souris qui infestent un édifice.

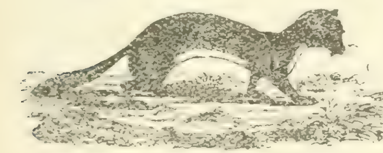


Fig. 51.—La Belette.

CARIBOU.—Le Renne (ou Caribou), animal craintif et d'une extrême agilité, est abondant dans nos forêts. Le mâle et la femelle ont un panache, qui se renouvelle chaque année. C'est un herbivore, qui vit par bandes. Il est d'un flair si fin, que la chasse en est très difficile.

CASTOR.—Cet animal, l'emblème national du Canada, est célèbre par son indus trie et par sa fourrure qui a grande valeur. Il est encore assez commun dans le nord de la Province. Il construit avec art, à travers les cours d'eau, des chaussées et des cabanes où il vit en

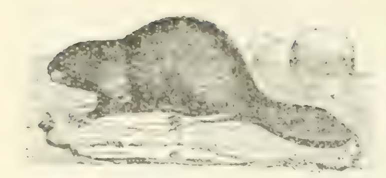


Fig. 52.—Le Castor.

famille. Il se nourrit d'écorce et de racines. Sa queue, très grasse, est un mets apprécié par les gourmets.

CHAUVE SOURIS.—Cet étrange mammifère, que l'on nomme vulgairement *Souris Chaude*, est pourvue d'une membrane mince et très étendue, qui se rattache à ses pattes de devant et de derrière, et qui lui permet de voler. Il dort le jour, et passe l'hiver engourdi. Les insectes et les fruits constituent sa nourriture. C'est un animal utile à l'agriculture, en sa qualité d'insectivore.



Fig. 53.—La Chauve-Souris.

CHEVREUIL.—Le plus gracieux de nos animaux de chasse. Il abonde surtout sur la rive sud du Saint-Laurent. Le mâle seul porte un panache, qui tombe chaque année. Il se nourrit d'herbes et de feuilles, et l'hiver de bourgeons.



Fig. 54.—Le Chevreuil.

ÉCUREUIL.—Ce petit mammifère, à peine sauvage, est le favori de tout le monde, par sa grâce et sa finesse. Il anime les forêts, hiver comme été. Pour la saison mauvaise, il se fait des provisions de fruits, de grains et de graines. En captivité, il s'apprivoise très bien.—L'*Écureuil volant* est le "Polatouche". L'ampleur de la peau de ses flancs lui permet de glisser, pour ainsi dire, sur l'air, et de faire ainsi des sauts considérables d'un arbre à l'autre. Cet animal ne sort guère que la nuit. En càptivité, on l'apprivoise aisément.

GIBBAR.—De son nom scientifique, c'est l'"Orque épaulard", mammifère marin dont la longueur dépasse 20 pieds. Il est commun dans le bas Saint-Laurent. C'est un animal agile et vorace, qui s'attaque même aux grandes Baleines. Il fournit beaucoup d'huile.

GLOUTON.—C'est le *Carcajou* de nos chasseurs; animal rusé, lourd et très fort. Il vit aux dépens des petits animaux, et des grands animaux blessés à mort qu'il peut rencontrer. Il est difficile à tuer ou à capturer. Il vole et cache ce qu'il peut trouver.

LIÈVRE.—Animal craintif, il sort rarement le jour, et se tient surtout dans les bois épais. Le sens de l'ouïe est chez lui très développé. Son agilité est bien connue. L'été, les plantes les plus tendres sont la nourriture qu'il recherche; l'hiver, il se nourrit de bourgeons et d'écorce. Il fournit à nos tables une viande recherchée. Il abonde partout dans la Province.

LOUP.—On ne trouve plus guère ce carnassier, en notre Province, que dans la région d'Ottawa, et sa tête est mise à prix. Il se nourrit de petits animaux, et s'attaque aussi au Chevreuil et même au Caribou. Il a l'odorat et l'ouïe de grande finesse. C'est un animal lâche et rusé.



Fig. 55.—Le Loup.

LOUP-CERVIER.—C'est le Lynx des auteurs. Il vit aux dépens des petits animaux sauvages et domestiques.

Habituellement, il reste au fond des forêts. Cet animal, qui est de la même famille que le Chat, est féroce et dangereux ; on ne le voit pas souvent chasser durant le jour.



Fig. 56.—La Loutre.

LOUTRE.—La belle fourrure de la Loutre est très estimée. Cet animal est surtout aquatique, et c'est de poisson qu'il se nourrit principalement. Il s'apprivoise parfaitement. Il se creuse un terrier près des cours d'eau.

MARMOTTE.—C'est le *Siffleur*, bien connu dans nos campagnes. Cet animal se nourrit d'herbes, de céréales et surtout de trèfle. Il se creuse un terrier, en forme de couloir long parfois de 20 pieds, au fond duquel il passe l'hiver endormi. La Marmotte s'apprivoise facilement.

MARSOUIN.—Le Marsouin commun, surnommé *Pourcil*, abonde dans le golfe Saint-Laurent. Sa longueur est de 5 pieds au plus. Il ne fournit que peu d'huile.—Le Marsouin blanc, dont la longueur est d'une quinzaine de pieds, fournit beaucoup d'huile. Il fréquente la rivière Saguenay, et remonte le Saint-Laurent jusqu'à Québec.

MOUFFETTE.—Ce petit mammifère, que l'on prendrait pour un jeune Chien, est connu ici sous le nom de *Bête puante*. Ce surnom lui vient de ce qu'il peut, comme moyen de défense, lancer jusqu'à treize ou quatorze pieds un liquide à odeur fétide. Il se nourrit de petits animaux. Il habite ordinairement un terrier, et passe l'hiver engourdi.

MULOT.—Il abonde dans notre Province, habitant surtout les prairies, où il se creuse de courtes galeries. Les herbes tendres, les racines, les écorces et les grains constituent sa nourriture. Lorsqu'il est en trop grande abondance, il peut causer des dommages.

ORIGNAL.—L'Élan, de son nom véritable, est le plus grand mammifère de nos forêts ; on en rencontre qui ont jusqu'à 8 pieds de hauteur. Son panache, qui n'existe

que chez les mâles, est de fortes dimensions. C'est un animal très vigoureux, qui surtout donne des coups redoutables avec ses pieds de devant. Il se nourrit de rameaux tendres, d'écorce, de plantes aquatiques. On a réussi parfois à dompter et à atteler cet animal.

OURS.—Animal d'aspect alourdi, mais qui ne manque pas cependant d'agilité pour courir et pour grimper, l'Ours reste ordinairement au fond des forêts. Il se nourrit des fruits sauvages, et à leur défaut des céréales, et même des Veaux et des Moutons de la ferme. Il passe l'hiver endormi dans quelque retraite sûre.

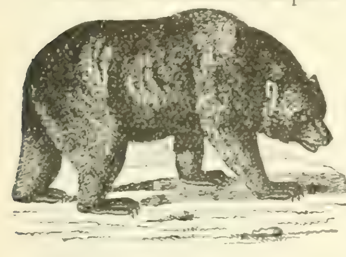


Fig. 57.—L'Ours.

PHOQUE.—Animal amphibie, le Phoque ou Loup-Marin est commun dans le bas Saint-Laurent. C'est un animal doux, facile à apprivoiser, dont l'allure est agile dans l'eau, mais disgracieuse et pénible à terre. On chasse les Phoques pour leur peau et pour l'huile qu'ils fournissent.

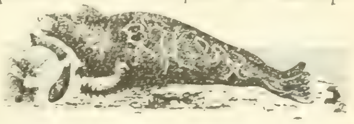


Fig. 58.—Le Phoque.

RAT.—Animal nullement sympathique, le Rat ne commet que des déprédations. Il habite partout, à l'intérieur et à l'extérieur des édifices, et s'attaque absolument à tout. Rusé et courageux, il impose souvent de rudes combats aux Chats et Belettes qui lui font la guerre.

RAT-MUSQUÉ (Ondatra).—Commun dans la plupart des cours d'eau du pays, le Rat-Musqué se construit souvent une sorte de hutte, avec deux entrées, l'une sous l'eau et l'autre au-dessus. Il passe l'hiver dans une galerie souterraine. Ces sortes de galeries causent parfois des dommages lorsqu'elles sont trop nombreuses dans les terrains cultivés. Le Rat-Musqué se nourrit de plantes, de fruits ou de légumes. Sa fourrure est utilisée.

RATON.—C'est l'animal si connu sous le nom de *Chat sauvage*, dont la fourrure est recherchée. Il est rusé, mais facile à apprivoiser. C'est surtout la nuit qu'il sort. Il passe l'hiver en léthargie. Tous les petits animaux, les œufs, les fruits, les céréales, lui conviennent pour sa nourriture. Il est surtout redoutable pour les basses-cours.

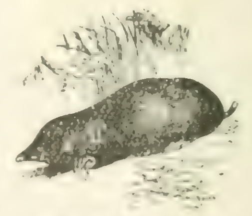
RENARD.—Nous avons dans le pays le Renard *roux*, le Renard *croisé*, qui porte une sorte de croix foncée sur son dos, le Renard *noir* ou *argenté*, dont la fourrure se vend très cher, et le Renard *blanc* ou *bleu* du nord. Cet animal est fameux par sa finesse. Vivant dans une galerie qu'il se creuse au bord des bois, il sort peu durant le jour. Il se nourrit de petits animaux.


Fig. 59.—Le Renard.

SOURIS.—Joli petit animal, qui se fixe de préférence dans nos demeures, où il cause des déprédations très appréciables dans les meubles, dans les provisions et jusque dans les bibliothèques où il ronge les livres. La Souris s'apprivoise facilement.

TAMIAS.—Ce gracieux animal est connu partout sous le nom de *Suisse*. Il habite un terrier où il amasse, pour l'hiver, de grandes provisions de grains, de glands, de faines, de noisettes, etc. Il passe pour s'accommoder très mal de la captivité.

TAUPE.—C'est un animal long d'environ 4 pouces, aux yeux très petits, au museau allongé, et aux pattes de devant fortes et propres à fouir la terre. La Taupe creuse dans le sol des galeries très longues. Elle ne se nourrit que d'insectes, de vers, de limaces, etc.


Fig. 60.—La Taupe.

Vison.—Petit mammifère à riche fourrure, le Vison se tient surtout auprès des eaux, où il nage très facilement. Il se nourrit de petits animaux, surtout de poissons, et fait bien des ravages dans les poulaillers quand il peut y pénétrer. Il sort plus la nuit que le jour. On l'apprivoise aisément.

3o Animaux sauvages d'autres pays

Bison.—Ce ruminant de grande taille, nommé aussi *Buffle* et *Buffalo*, existait autrefois en troupeaux immenses dans les plaines de l'ouest du Canada et des Etats-Unis. Au milieu du siècle dernier, on en tuait un million par année. Cette chasse excessive l'a détruit, et il n'en existe plus qu'un petit nombre d'individus que l'on garde dans des parcs.

Chameau.—Ruminant de forte taille, long de 6 à 9 pieds, haut de 6 pieds, le Chameau proprement dit habite



Fig. 61.—Le Dromadaire.

l'Asie. Son aspect est disgracieux. Une espèce propre à l'Afrique n'a qu'une seule bosse sur le dos: c'est le Dromadaire, qui rend de si grands services aux Arabes. Les Chameaux, grâce à leurs larges pieds, marchent aisément sur le sable des déserts, et peuvent passer trois

ou quatre jours sans boire ni manger.

COUGUAR.—Ce grand et féroce carnassier, de couleur jaunâtre, se rencontrait jadis dans notre Province. Aujourd'hui, on le trouve dans la Colombie-Britannique, et dans l'ouest des Etats-Unis. On lui donne aussi le nom de *Panthère d'Amérique*.



Fig. 62.—Le Chameau.

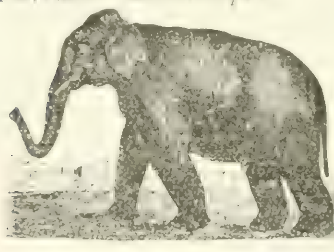


Fig. 63.—L'Eléphant.

Il détruit beaucoup d'animaux sauvages, et fait aussi, quand il le peut, de grands ravages dans les troupeaux domestiques.

ELÉPHANT.—De l'ordre des *pachydermes* ou herbivores à peau très épaisse, l'Eléphant est propre à l'Asie et à l'Afrique. Il a une douzaine de pieds de hauteur, de grandes oreilles, et deux énormes dents d'ivoire nommées *défenses*. Son nez est prolongé en une *trompe* longue de cinq ou six pieds et qui lui sert de doigt ou de main. L'Eléphant vit en troupes d'une cinquantaine d'individus. Il s'apprivoise aisément et rend de grands services, grâce à sa force et à sa remarquable sagacité.



Fig. 64.—La Girafe.

GIRAFE.—Curieux animal d'Afrique, la Girafe a le train de devant beaucoup plus élevé que celui de derrière, et un cou d'une telle longueur que sa tête se trouve à 15 ou 18 pieds du sol. C'est un herbivore absolument inoffensif.



Fig. 65.—Le Lion.

LION.—On le qualifie souvent du nom de roi des animaux à cause de son air majestueux, de sa force, de la terreur qu'inspire son rugissement. Il n'existe qu'en Afrique et en Asie. Sa longueur moyenne est de six pieds. Une crinière épaisse lui enveloppe la tête. Il peut faire des sauts de 15 à 20 pieds. La Lionne, de taille un peu moindre, n'a pas de crinière.

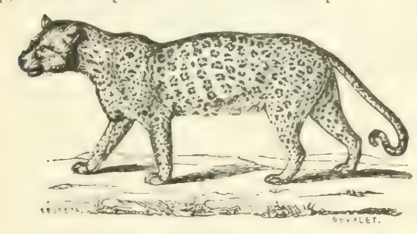


Fig. 66.—La Panthère.

PANTHÈRE.—Féroce animal d'Asie et d'Afrique, la Panthère a le pelage jaune d'or parsemé de taches noires arrondies. Sa longueur est d'environ trois pieds Elle sort surtout la nuit, et porte le ravage parmi les troupeaux, ne s'attaquant que rarement à l'Homme.



Fig. 67.—Le Singe Orang-Outang.

SINGE.—Ce sont les Singes qui se rapprochent le plus de l'Homme, par la disposition de leur organisme, quoiqu'ils en

diffèrent encore beaucoup, surtout si l'on considère l'intelligence humaine. Ces animaux ont des mains à leurs quatre membres. L'Orang-Outang et le Chimpanzé sont les espèces qui s'apprivoisent le mieux. Les Singes n'habitent que les régions chaudes de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie.

Tigre. — Grand fauve d'Asie, abondant surtout dans les Indes, plus long que le Lion, le Tigre est un animal



Fig. 68. — Le Tigre royal.

très redoutable, et qui fait bien des victimes chaque année. Sa fourrure est de toute beauté. C'est surtout la nuit qu'il se met en chasse. L'espèce dite Tigre royal est la plus remarquable.

CHAPITRE II

LES OISEAUX

Parmi les animaux de la création, ce sont les oiseaux qui ont la palme de la grâce et de l'élégance. Leur corps, dont le squelette ressemble à celui des mammifères, réunit la solidité et la légèreté. Ils sont recouverts de plumes et construits pour s'élever dans les airs, grâce à leurs membres antérieurs qui sont des ailes, et aux réservoirs d'air qu'ils possèdent dans leurs os, etc. De tous leurs

sens, c'est celui de la vue qui est le plus parfait. Ils pondent des œufs qu'ils couvent jusqu'à l'éclosion. C'est durant ce temps de l'incubation que chez un certain nombre d'oiseaux se produit le chant. Quand les petits sont éclos, ils sont l'objet du plus grand dévouement de la part du père et de la mère, qui ne s'en séparent pas tant qu'ils ne peuvent pourvoir eux-mêmes à leur subsistance. La plupart des oiseaux de nos régions partent l'automne, à date fixe, pour des climats plus doux; et, dans ces voyages lointains, ils sont doués d'un admirable instinct pour se guider.

La plupart des oiseaux sont utiles à l'homme. La chair ou les œufs des uns jouent un grand rôle dans l'alimentation; les autres nous donnent leur plume ou leur duvet, dont nous tirons grand avantage. Un certain nombre charme nos yeux par la beauté de leur plumage et de leurs formes, et nos oreilles par leurs chansons mélodieuses. Une grande partie d'entre eux nous rendent des services encore plus importants, en détruisant des multitudes d'insectes qui ravagent nos cultures: ce sont les oiseaux insectivores. Aussi, les pouvoirs publics, les parents et les instituteurs ou institutrices ne sauraient mettre trop de soin à protéger ces utiles auxiliaires de l'agriculture et de l'horticulture, en empêchant autant qu'ils le peuvent la destruction des oiseaux, de leurs nids et de leurs œufs.

Il y a dans l'univers une douzaine de mille espèces différentes d'oiseaux.

1° Nos oiseaux domestiques

Canard.—Réduit en domesticité depuis une haute antiquité, le Canard a de nombreuses variétés. La Cane est d'un plumage moins éclatant; elle couve durant 28 ou 30 jours. Les petits commencent à barboter dans les mares dès leurs premiers jours. C'est tout un art que de bien préparer le Canard pour la table. Ses œufs et ses plumes donnent aussi des bénéfices.

Coq et Poule.—Ces oiseaux bien connus, et dont il y a beaucoup de variétés très différentes, sont de l'ordre des gallinacés. Leur chair est très utilisée sur toutes les tables, moins encore pourtant que les œufs de la Poule qui entrent dans la préparation de beaucoup de mets. Le Coq, symbole de la vigilance, possède un plumage très riche; son chant matinal annonce la venue du jour. Le caquetage très gai de la Poule ne cesse guère que pendant la couvaison qui dure trois semaines.

Dindon.—Gros oiseaux, qui passent pour des emblèmes de la stupidité, le Dindon et la Dinde ont grande réputation lorsqu'ils sont morts et qu'ils figurent dans les dîners; car leur viande est l'une des plus estimées. L'espèce domestique descend du Dindon sauvage d'Amérique. La femelle fait deux pontes par année, de quinze œufs chacune.

Oie.—Volatile aquatique à ses heures, l'Oie doit à son air plus qu'à la réalité son renom de sottise. Elle reste farouche même en domesticité. Sa chair délicate, son foie, sa graisse, ses plumes, tout est utilisé soigneusement. La ponte est de 5 à 10 œufs, qui éclosent au bout de vingt à trente jours.

Paon.—Celui-ci est un oiseau d'ornement, dont la richesse de plumage est incomparable; l'aigrette de sa tête, son immense queue parée des plus belles couleurs, et son cou lavé d'or, de bleu et de vert, sont d'un effet merveilleux. Cet oiseau est originaire de l'Inde. Il figurait jadis dans les grands festins, mais les modernes n'ont pas assez foi en leurs dents et en leur estomac pour apprécier sa chair.

Pigeon.—Ce bel oiseau, d'humeur douce, d'exquise propreté et si gracieux d'allure, s'attache fortement à son habitation. La femelle ne couve que deux œufs à la fois; mais ces couvées se renouvellent souvent dans la belle saison. La chair du Pigeon est un aliment fort recherché.

Pintade.—Ce volatile, qui porte sur sa tête une sorte de casque de corne, est originaire d'Afrique. Il pond en abondance d'excellents œufs; sa chair est fort bonne. Et

pourtant la Pintade se voit rarement dans les basses-cours. Ce peu de faveur est dû à l'ennui et à la monotonie du cri qu'elle fait entendre constamment, et au mauvais caractère de cet oiseau querelleur.

SERIN.—Originaire des îles Canaries, ce tout gracieux volatile est si bien domestiqué qu'il ne saurait vivre en nos pays sans être l'objet des soins de l'Homme. Élégant de forme et de mouvements, il s'apprivoise facilement. C'est pour son chant si varié que cet oiseau est surtout recherché : à ce point de vue, on dit que la variété que l'on élève en Hollande l'emporte sur les autres.

2º Nos oiseaux sauvages

On donne le nom général de PASSEREAUX à un groupe très nombreux de volatiles, parmi lesquels se trouvent les oiseaux les plus intéressants par leur petite taille, par leurs belles couleurs et par leur chant remarquable. Pour la plupart, ils se nourrissent d'insectes, et rendent par là de grands services à l'agriculture. Il y en a bien quelques-uns qui sont nuisibles (le Corbeau, la Corneille, la Pie, le Geai). Mais presque tous sont insectivores et méritent d'être protégés.—Parmi nos passereaux les plus connus, on peut mentionner les Grives (*Merle*, *Flûte*), la *Mésange*, l'*Alouette*, l'*Hirondelle*, le *Chardonneret*, l'*Oiseau blanc*, le *Rossignol* (Pinson chanteur), le *Moineau*, le *Goglu*, etc.



Fig. 69.—L'Hirondelle.

Un autre groupe d'oiseaux bien connus comprend : l'*Engoulevent* (*Mangeur de Maringouins*), le *Martinet* ou l'Hirondelle des cheminées, l'*Oiseau-Mouche* (Colibri),

le plus petit des oiseaux, le *Martin-Pêcheur* et le *Pic* (*Pic-bois*, *Picart*). Ce dernier est habile à découvrir dans l'écorce des arbres les insectes dont il se nourrit.

Le groupe suivant comprend les *Oiseaux de proie* ou RAPACES, dont les uns sortent le jour, et les autres seulement le soir ou la nuit. Les *Hiboux* et les *Chouettes* appartiennent à ce groupe, ainsi que la *Buse*, l'*Émerillon* (Faucon épervier), et l'*Aigle doré* ou *du Canada*; cet oiseau, long de 3 pieds, est d'une grande force et vit très longtemps.

Au quatrième groupe appartiennent les *Tourterelles* et les *Pigeons*. La *Tourte*, qui était autrefois si abondante en notre pays, est le Pigeon voyageur.

Viennent ensuite les GALLINACÉS, qui comprennent plusieurs oiseaux domestiques (Coq et Poule, Paon, Dindon) et les oiseaux que nous appelons improprement Perdrix : *Perdrix de savane* (Tétras), *Perdrix grise* (Gélinotte), et *Perdrix blanche* (Lagopède).

Le sixième groupe est celui des ÉCHASSIERS, tellement hauts sur pattes qu'on les dirait montés sur des échasses pour marcher sur la vase des rivages, où ils cherchent leur nourriture. Nos chasseurs connaissent plusieurs espèces d'échassiers : par exemple, le *Pluvier*, la *Bécasse*, la *Bécassine*. On peut encore mentionner, dans ce groupe, le *Butor*, la *Grue*, les *Hérons* (dont une espèce, le Héron de nuit, est bien connue sous le nom de *Quac*).


Fig. 70.—Les Canards.

Les PALMIPÈDES, autre groupe important, ont les pieds *palmés*, c'est-à-dire que leurs doigts sont réunis par une membrane, disposition qui en fait d'excellents nageurs. La plupart de ces oiseaux, en effet, vivent sur l'eau, à la recherche des poissons dont ils se nourrissent. Nos principaux palmipèdes sont les suivants : le *Cygne* (d'une blancheur de neige) se voit rarement dans notre


Fig. 71.—Le Petrel.

Province), l'*Oie sauvage*, l'*Outarde* (Bernache du Canada, qui voyage en bandes disposées en triangle), les *Canards* (aux nombreuses espèces, Sarcelle, Kakawi, etc.), le *Moyac* (Eider, qui fournit le duvet nommé édredon), le *Bec-Scie* (Harle), le *Margau* (Fou de Bassan), le *Cormoran*, la *Mouette* (Mauve), le *Goéland*, l'*Hirondelle de mer* (Sterne), le *Pétrel*.


Fig. 72.—Le Huard.

Enfin, il y a les PLONGEURS, qui ont aussi les pieds palmés, et dont les ailes sont très courtes. Ces oiseaux nagent et plongent avec grande facilité et peuvent rester longtemps sous l'eau. Parmi les plongeurs qui se rencontrent dans la Province, on peut mentionner: le *Pingouin* (Godd), le *Huard* (Plongeon), le *Perroquet de mer* (Macareux), le *Pigeon de mer* (Guillemot).

3° Quelques oiseaux de l'étranger

ALBATROS.—C'est le plus grand des oiseaux de mer. On le rencontre surtout vers le Cap de Bonne-Espérance. L'Albatros, bon nageur, est un voilier très puissant. Sa ponte se réduit à un seul œuf.


Fig. 73. — L'Autruche.

AUTRUCHE.—C'est le plus grand des oiseaux actuellement vivants ; il a 6 ou 7 pieds de hauteur. Il est propre à l'Afrique et à l'Arabie ; mais aujourd'hui, on l'élève sur des fermes en Algérie et en Californie. Cet oiseau est très robuste et court avec rapidité. Ses plumes, employées comme ornement, font l'objet d'un grand commerce.

CIGOGNE.—Grand échassier de l'Europe tempérée, cet oiseau peut dépasser trois pieds de longueur. Il se nourrit de petits animaux. Il va passer l'hiver en Afrique. Il voyage avec une vitesse considérable. Chez les anciens, la Cigogne était le symbole de l'amour filial.

CONDOR. — C'est le plus gros des oiseaux de proie. On le nomme aussi Vautour des Andes, parce qu'il abonde dans les Andes du Pérou et du Chili. Il est féroce et lâche, et se nourrit de chair corrompue.


Fig. 74. — Le Condor.

FAISAN. — Ce gallinacé, originaire de l'Asie, compte plusieurs variétés à plumage très riche (chez les mâles), comme le Faisan doré et le Faisan argenté. On n'arrive jamais à le domestiquer complètement, et il ne couve pas en captivité. C'est un oiseau stupide et

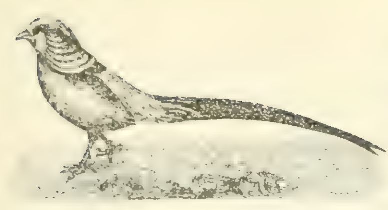


Fig. 75. Le Faisan.

insociable. Sa chair est très estimée.

FLAMANT.—C'est un superbe oiseau de la Floride, aux ailes rouges, au cou très long et aux jambes très hautes.

OISEAU DE PARADIS.—Cet oiseau de la Nouvelle-Guinée est remarquable par les belles couleurs jaunes, rouges ou roses, du plumage des mâles. La queue de l'Oiseau de Paradis se prolonge en deux filets très étendus.

PÉLICAN.—Ce palmipède, qui passe quelquefois par le Canada, est un grand oiseau de 6 pieds de longueur. Il se nourrit de poissons et de petits oiseaux. En dessous du bec, il porte une large poche membraneuse, où il garde en réserve les poissons qu'il capture lorsqu'il n'a pas faim. On a fait de cet oiseau le symbole du dévouement.



Fig. 76.—Le Pélican.

PERROQUET.—Ces oiseaux se trouvent dans les régions tropicales de l'Amérique, de l'Afrique et de l'Asie. Plusieurs espèces ont un plumage aux couleurs très riches. Leur langue épaisse et charnue leur permet d'arriver à articuler assez distinctement des mots qu'ils apprennent ; ils imitent aussi les cris des autres animaux.

ROSSIGNOL.—Il s'agit du véritable Rossignol, qui habite l'Europe, l'Asie centrale et l'Afrique du Nord. C'est le chanteur le plus renommé de tous les oiseaux. En captivité, toutefois, son chant perd beaucoup de sa beauté.

CHAPITRE III

LES REPTILES ET LES BATRACIENS

Autrefois on réunissait sous le nom de *reptiles* les batraciens et les reptiles proprement dits. C'est pourquoi nous traiterons les uns et les autres dans ce chapitre. Toutefois, pour nous mettre d'accord avec les classifications actuelles, nous parlerons séparément de ces deux groupes.

I.—Les reptiles

Les reptiles sont des animaux rampants et qui inspirent à tout le monde une répugnance instinctive, quoiqu'ils soient bien inoffensifs pour la plupart. Ils ont la peau sans poils, mais recouverte d'écailles chez quelques espèces. Leur sang est froid, et ils passent l'hiver en léthargie. Le plus grand nombre pondent des œufs, d'où éclosent les petits. Ils ont la curieuse faculté de refaire les membres qu'ils ont perdus. Un Lézard, par exemple, dont la queue a été cassée, la voit repousser.

Voici quelques détails sur les reptiles les plus intéressants.

COULEUVRE. — Ce reptile, que l'on rencontre souvent à la campagne, est un animal inoffensif. Il est incapable de mordre ou de piquer. Il faut éviter de tuer les couleuvres, à cause des services qu'elles rendent en détruisant les petits animaux nuisibles.

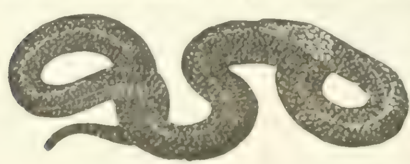


Fig. 77 — La Couleuvre.

CROCODILIENS. — Ces reptiles ont le dos recouvert de fortes plaques osseuses, que la balle ne peut entamer. Ils marchent et nagent avec facilité. Leurs œufs, dont les nègres sont friands, éclosent sur le sable à la chaleur

du soleil. Le Crocodile, qui vit dans les eaux du Nil, atteint parfois une longueur de 30 pieds. Dans les fleuves de l'Amérique tropicale, c'est le Caïman ou Alligator qu'on rencontre ; le museau de ce reptile est large et obtus.

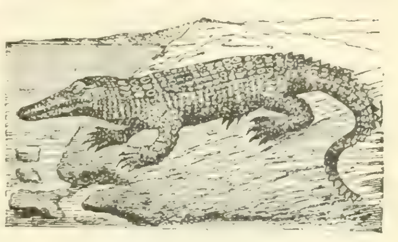


Fig. 78.—Le Crocodile.

LÉZARD.—Ces petits reptiles, au corps allongé, ayant une ou deux paires de pattes, ont la peau recouverte d'écailles. Ils ont la queue très fragile ; mais une fois cassée, elle se refait rapidement.—Le *Caméléon* est une sorte de Lézard qui capture les insectes avec sa langue très longue, et qui modifie les nuances de sa peau suivant ses impressions de calme ou d'agitation.—Aucune espèce de Lézard n'existe dans notre pays.

SERPENTS.—Il y a des serpents qui introduisent dans la blessure qu'il font avec leurs dents un poison très redoutable. Ils vivent surtout dans les pays tropicaux. D'autres ne sont pas venimeux, mais ils savent mettre a mort autrement leurs victimes. Tels sont le Boa d'Amérique, long d'une douzaine de pieds, et le Python de l'Inde, parfois long de 40 pieds. Ils étouffent leurs proies en s'enroulant autour, les broient sous leurs anneaux, et les avalent, pour être ensuite des mois à finir leur digestion.—Le Crotale ou Serpent à sonnettes a le bout de la queue garni d'anneaux osseux, qui font un bruit particulier en frottant les uns contre les autres. Sa morsure est dangereuse.

TORTUE.—Ces animaux, aplatis, ont le corps enfermé dans une sorte de boite cornée, dont le dessus se nomme *carapace*. C'est cette carapace qui fournit l'*écaille*, dont on fabrique tant de jolis objets. Les Tortues peuvent supporter le jeûne fort longtemps. Leur vie peut durer jusqu'à deux cents ans. Il y a des Tortues marines, qui ne viennent à terre que pour y déposer leurs œufs, et qui

sont longues de 7 à 8 pieds. Elles fournissent une chair excellente, et servent aussi à préparer une soupe très recherchée. On compte encore des Tortues de rivière, des Tortues de terre et des Tortues de marais. Nos Tortues de la Province, dont la taille va de 3 pouces à 4 pieds, appartiennent à ce dernier groupe.

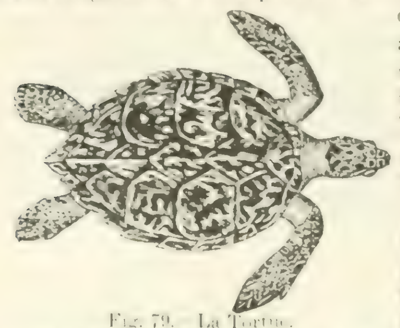


Fig. 79. La Tortue.

VIPÈRE.—Un peu plus trapue que la Couleuvre, la Vipère ne se trouve que dans les pays chauds. C'est le seul serpent dangereux de l'Europe ; et encore son venin amène rarement la mort. L'hiver, elle est engourdie. Jamais elle n'attaque l'Homme sans être provoquée de quelque façon.

II.—Les batraciens

Les batraciens, durant le jeune âge, vivent dans l'eau et respirent par des branchies ; à l'état adulte, ils peuvent vivre dans l'air ou dans l'eau, et se nourrissent d'insectes, de vers, etc. Leur peau est humide, et porte des glandes remplies de venin qu'ils ne peuvent inoculer eux-mêmes. Il n'y a donc aucun inconvénient à les manipuler, si on a la peau des mains absolument saine.—Ce qui distingue les batraciens des reptiles, c'est que leurs petits subissent des transformations considérables (ou métamorphoses) avant d'atteindre l'état adulte. On peut se rendre compte de ces changements, en suivant sur la vignette suivante (Fig. 80) le développement des œufs de Grenouille. Les petits, nommés Têtards sont d'abord absolument aquatiques. Avec le temps, les organes intérieurs du Têtard se perfectionnent, sa peau se fend, et il en sort une Grenouille bien constituée.

CRAPAUD.—Le Crapaud se développe, depuis l'œuf, comme la Grenouille. Il en diffère par les grosses verrues qui recouvrent sa peau, et par son manque de dents aux mâchoires. Il passe la saison d'hiver engourdi. Comme il détruit les vers et les insectes qui font tant de tort aux cultures, on ne devrait jamais tuer les Crapauds, qui sont assurément très laids, mais absolument inoffensifs.

GRENOUILLE.—Ce batracien offre la particularité



Fig. 80.—Les transformations de la Grenouille.

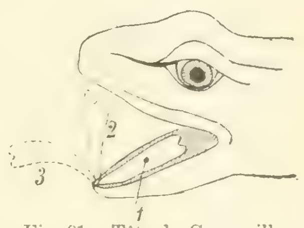


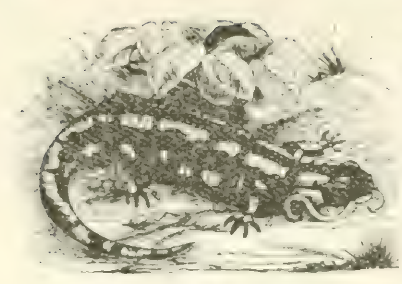
Fig. 81.—Tête de Grenouille, montrant les positions que sa langue peut prendre.

d'avoir la langue attachée en avant de la mâchoire et pouvant se projeter en avant pour saisir et amener la proie. Elle passe l'hiver engourdie et enfoncée dans les mares. Une espèce, nommée ici *Wawarron*, pousse des coassements qui s'entendent trois milles à la ronde. Les cuisses de Grenouilles sont recherchées par les gourmets.

SALAMANDRE.—Ces animaux ont quatre membres et le corps allongé, comme les Lézards : et c'est aussi de ce nom qu'on les appelle improprement chez nous. A première vue, pourtant, ils diffèrent des Lézards, parce que

---

Fig. 80. *a, b, c, d,* les changements de l'œuf ;—*e, f, g, h,* les petites larves, durant leurs premiers jours après l'éclosion ; *i, k, l,* diverses phases du Têtard, qui respire d'abord par des branchies, mais dont les poumons se développent peu à peu ; *m, n,* le Têtard devient la Grenouille, qui perd sa queue, et peut à la fin respirer par ses poumons en dehors de l'eau.


Fig. 82. – La Salamandre.

leur peau est nue et non recouverte d'écailles. Ils passent par les mêmes développements que les jeunes Grenouilles ou Crapauds, mais ils conservent leur queue toute la vie. Les Salamandres sont aussi inoffensives, se nourrissant de vers et d'insectes.

Ces batraciens, ressemblant à des Salamandres adultes qui auraient des branchies, et que l'on prend parfois dans le Saint-Laurent, à Québec et au-dessus, ce sont des Ménobranches. On leur donne, dans le pays, les noms de *Morrons* ou *Lézards d'eau*.

CHAPITRE IV

LES POISSONS

Les animaux que nous avons étudiés jusqu'ici se tiennent ordinairement sur le sol ou dans les airs. Mais les eaux de la mer, des lacs, des fleuves et des rivières ont aussi leurs habitants : ce sont les poissons.

Les poissons sont conformés pour s'adapter aux conditions dans lesquelles ils vivent. En général, leurs formes sont élégantes, et leur coloration est agréable, parfois même elle est riche. Mais, surtout, leur corps allongé et effilé aux deux extrémités facilite beaucoup leur progression en avant ou en arrière. Leurs membres sont des nageoires, dont l'une, qui est la queue, sert à les pousser en avant, les autres servant plutôt à les diriger. Le corps des poissons est recouvert d'écailles.

Les vertèbres et les arêtes constituent leur système osseux. Ils ont le sang froid. Leur cœur, à deux cavités,

correspond à l'une des moitiés du cœur des mammifères et des oiseaux. Ils n'ont pas de poumons. Ce qui remplace ces organes, ce sont les branchies, lames frangées et charnues placées de chaque côté de la tête. Tout le sang passe par ces branchies et s'y purifie au contact de l'air dissous dans l'eau qui, entrant par la bouche, sort par les ouïes en baignant les branchies.

Pour monter ou descendre dans l'eau, les poissons n'ont qu'à gonfler ou à comprimer leur vessie natatoire, qui est une sorte de sac rempli d'air.

Ils se reproduisent par des œufs, qu'ils pondent ordinairement dans les eaux peu profondes. Le nombre de ces œufs, pour certaines espèces, est prodigieux. Il périt en effet beaucoup de ces œufs et de petits poissons fraîchement éclos. Grâce à la richesse de la ponte, les survivants suffisent ordinairement pour maintenir le peuplement des eaux. Il y a pourtant des espèces, comme le Saumon, la Truite, etc., qui disparaîtraient si les gouvernements ne maintenaient des établissements dits de pisciculture, où l'on fait éclore des œufs en grande quantité et où l'on prend soin des jeunes, pour regarnir à mesure les rivières et autres cours d'eau. Nous avons un établissement de ce genre à Tadoussac pour le Saumon, et à Roberval pour la Ouananiche.

Nous tirons grande utilité des diverses sortes de poissons. Quelques espèces nous fournissent des produits industriels, huile, colle, etc. ; mais c'est principalement dans l'alimentation que les poissons jouent un rôle immense, chez tous les peuples. On peut aussi mentionner les agréments de la pêche à la ligne, très appréciés par beaucoup de gens.

1° Nos principaux poissons

La province de Québec, baignée par l'océan, traversée par l'un des grands fleuves de l'univers, et toute parsemée de lacs et de rivières, est l'un des pays les plus riches en poissons de valeur. Nous dirons un mot des espèces les plus intéressantes.

ACHIGAN.—Le Microptère, communément appelé Achigan, est l'un de nos excellents poissons de table. Sa longueur varie de 10 à 15 pouces. On le prend un peu partout dans nos rivières, mais toujours dans les eaux douces, pas plus au nord que le lac Saint-Joseph (comté de Portneuf), ni beaucoup plus bas que le cap Tourmente.

ALOSE.—Jadis abondant dans le fleuve Saint-Laurent, jusqu'à Montréal ou un peu plus haut, ce beau poisson y est devenu rare. Habitant de la mer, il entre dans le

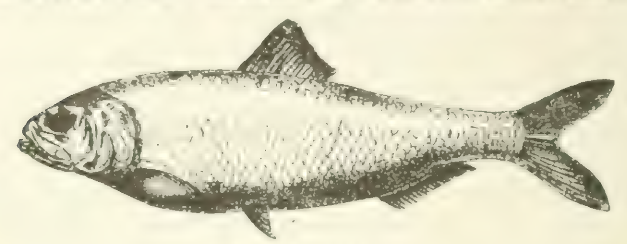


Fig. 83.—L'Alose.

fleuve au printemps, pour y venir frayer. L'Alose, longue de 20 à 30 pouces, est un mets très délicat. Elle ne se prend guère à la ligne.

ANGUILLE.—Poisson bien connu, de 2 ou 3 pieds de longueur. Il existe en grande abondance dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'au-dessus de Montréal. On le prend surtout en quantité, sur la rive nord, entre la Baie Saint-Paul et Saint-Joachim. D'une digestion un peu lourde, sa chair a bon goût. Ce poisson est d'une grande vitalité, et fait même des parcours sur terre. On sait aujourd'hui que l'Anguille dépose généralement ses œufs dans la mer.

BAR.—Ce poisson, excellent pour la table, atteint jusqu'à 3 ou 4 pieds de longueur. Il vit dans la mer, mais il remonte les fleuves et rivières pour frayer. On le prend beaucoup dans le Saint-Laurent, surtout un peu en dessous de l'île d'Orléans.

BROCHET.—Poisson d'un ou deux pieds de longueur, qui habite dans les eaux douces du pays. Il a grande réputation comme mets de choix; mais, à l'état de vie,

il passe pour un tyran et un brigand, à raison de sa force et de sa voracité. Il a la bouche armée d'une dentition formidable.

Capelan.—C'est un joli poisson, long de 6 à 8 pouces, et dont la chair a beaucoup de saveur. Il ne vient le long des côtes que durant l'été, à l'époque de la pêche à la Morue ; c'est d'ailleurs le meilleur appât pour cette pêche.

Carpe.—En réalité, nous n'avons pas en ce pays la véritable Carpe, si commune en Europe. C'est le Moxostome doré que nous appelons ici de ce nom. Le printemps, il abonde, au-dessus de Québec, dans le fleuve et les rivières. Sa chair a bon goût, mais on lui reproche de porter des arêtes en nombre excessif.

Doré.—Nom vulgaire du Sandre, poisson de 10 à 18 pouces, qui est abondant dans nos lacs, dans le Saint-Laurent et ses tributaires. Sa chair est un mets de choix.

Eperlan.—Poisson aux formes élégantes, l'Eperlan est encore d'un goût exquis pour la table. Il existe en troupes nombreuses le long des côtes du golfe et dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'à Québec et au-dessus. Il se trouve aussi au lac Kinogami, près du lac Saint-Jean, bien qu'il n'y puisse venir de la mer.

Esturgeon.—La bouche de ces poissons est dépourvue de dents. Ils sont bien reconnaissables par les cinq rangées longitudinales de plaques osseuses qui leur recouvrent le corps. Ils sont abondants dans le fleuve Saint-Laurent, jusque vers la fin de l'été où ils retournent à la mer. Leur

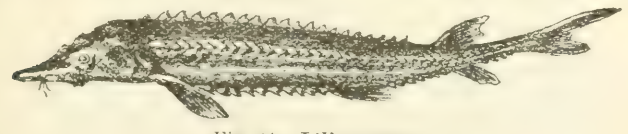


Fig. 84.—L'Esturgeon.

longueur varie de 5 à 10 pieds. Mais en d'autres pays, on en prend de 15 à 18 pieds et d'un poids de plus de 1000 livres. La chair de l'Esturgeon, que l'on ne consomme ici que fraîche, est délicate. De ses œufs, préparés

dans la saumure, on fait le " caviar", si goûté surtout des Russes. De sa vessie natatoire, on tire la colle de poisson, utilisée pour clarifier les vins, etc.

Flétan.—C'est l'*Halibut* des gens de langue anglaise. D'une longueur de 3 à 6 pieds, ce poisson, habitant des mers septentrionales, pénètre dans le golfe Saint-Laurent, où on le pêche à la ligne. Frais ou salé, il fournit un aliment recherché.

Hareng.—Voilà un poisson très prolifique, au point de contenir, sinon plusieurs millions d'œufs, comme on a dit, au moins 25 ou 30 mille. Habitant des mers, il vient au printemps, et en bandes immenses, longer les côtes



Fig. 85.—Le Hareng.

de l'Europe et de l'Amérique. On le pêche en quantité le long des rivages du bas Saint-Laurent, jusque vers l'embouchure du Saguenay. Le Hareng est l'objet, en tout pays, d'une grande consommation.

Lamproie.—Ressemblant assez à l'Anguille, la Lamproie n'a que des nageoires dorsales. Sa bouche est en forme d'anneau. Ses branchies sont au fond de trous



Fig. 86.—La Lamproie.

disposés en ligne en arrière des yeux et semblables à ceux d'une flûte. Manquant de vessie natatoire, elle ne

peut se soutenir dans l'eau qu'en nageant ou en se fixant par la bouche aux corps qu'elle rencontre. L'automne, les Lamproies s'en vont à la mer.

MAQUEREAU.—C'est l'un de nos poissons de grande pêche, et l'on en tire grand parti dans l'alimentation. Ses

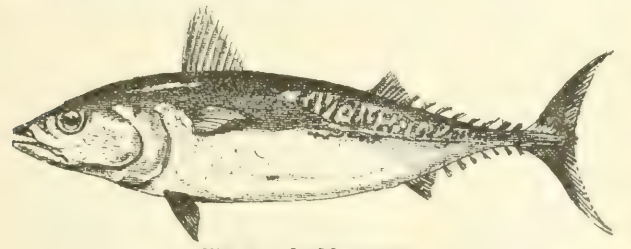


Fig. 87.—Le Maquereau.

bandes nombreuses viennent frayer, le printemps, dans les baies de la Gaspésie et du Labrador. On le pêche ordinairement à la seine.

MASKINONGÉ.—C'est une espèce de Brochet, particulière au Canada. Sa taille varie de 2 à 4 pieds. Sa chair est plus délicate que celle du Brochet. On le trouve partout dans les grands lacs et les rivières de la Province. Sa bouche est fortement armée, comme celle du Brochet, et sa voracité n'est pas moindre.

MORUE.—Avec le Hareng, c'est la Morue qui fait le principal objet de la pêche, dans notre pays. Sa fécondité est prodigieuse, puisqu'une femelle peut donner plusieurs

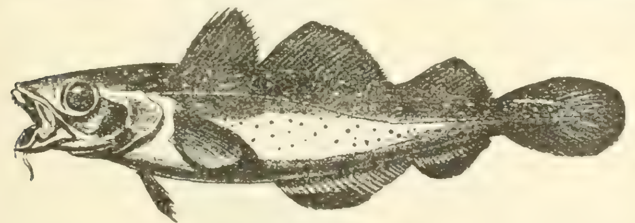


Fig. 88.—La Morue.

millions d'œufs. Comme aliment, on utilise partout la Morue fraîche, salée, séchée ou fumée. Sur les bancs de

Terre-Neuve, toute une flotte fait la pêche de ce poisson. Sur tous les rivages de la Gaspésie et du golfe Saint-Laurent, cette pêche est la principale occupation des gens. Ce poisson atteint parfois une longueur de 6 pieds.—Ce que l'on nomme *Poisson Saint-Pierre* ou *Haddock* est une espèce de Morue dont la chair est moins savoureuse, et que l'on ne s'occupe pas beaucoup de préparer pour le commerce.

OUANANICHE.—Ce n'est qu'une espèce de Saumon, mais qui ne vit que dans les eaux douces; il est surtout abondant dans le lac Saint-Jean et les rivières qui s'y jettent. Sa longueur peut atteindre 4 pieds. Sa chair est d'un rose très tendre, et d'une saveur recherchée. Sa capture à la ligne est fort émotionnante.

PETITE-MORUE.—Ce poisson est long de 10 à 12 pouces. Il abonde sur les côtes de l'Atlantique, et reste l'été dans le bas Saint-Laurent. L'automne, il remonte le fleuve en quantités incroyables, pour aller faire sa ponte en eau douce. Vers la mi-décembre, il arrive à Québec, et peu après aux Trois-Rivières, qu'il ne dépasse guère. Durant quelques semaines, on en capture des multitudes, entre les deux villes, et cela à travers la glace qui recouvre le fleuve et les rivières. La Petite-Morue, nommée aussi *Petit-Poisson*, est un aliment de choix.

RAIE.—Poisson de forme singulière, puisqu'il a le corps



Fig. 89.—La Raie.

très aplati et ressemblant un peu à une raquette. Les yeux sont en dessus ; la bouche et les branchies sont sur la surface ventrale. La Raie pond des sortes de capsules de forme quadrangulaire, et contenant des œufs. Après l'éclosion, les petits s'y développent en sûreté, jusqu'au moment où ils s'en échappent pour nager librement. Ce curieux poisson, qui n'est pas utilisé chez nous, est long de 2 à 5 pieds.

REQUIN.—Ce poisson, nommé aussi Squale, fréquente le golfe et nos côtes de l'Atlantique. Il atteint une longueur de 3, 10 ou 15 pieds. Sa bouche, placée en des-

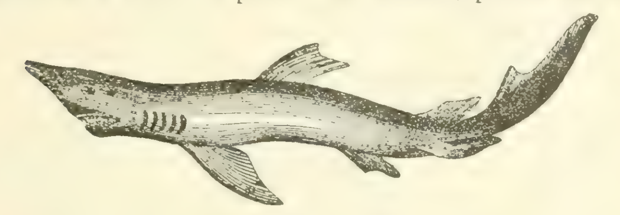


Fig. 90.—Le Requin.

sous de la tête, est armée de dents. L'un de nos Requins le plus grand, est appelé vulgairement *Maraiche*. Le Chien de mer, plus petit, cause beaucoup d'ennui et de dommage à nos pêcheurs de Morue. Les Requins sont célèbres par leur force, leur marche rapide, leur férocité et leur extrême voracité. Ce sont des animaux redoutables.

SAUMON.—C'est le roi de nos poissons, par la beauté de sa forme et de sa coloration, la qualité exquise de sa chair, et les émotions de sa capture, qui exige de l'adresse et de la patience. Il vit dans la mer, d'où il revient le printemps pour frayer dans le haut des tributaires du fleuve. En remontant ces rivières, il saute jusqu'à 10 ou 12 pieds pour franchir les chutes et rapides qui lui barrent le passage.

THON.—Poisson de mer, long de 3 à 8 pieds. Sa chair, qui rappelle celle des mammifères, est fort employée dans l'alimentation. Voyageant souvent en bandes nombreuses, il abonde surtout sur les côtes de la Gaspésie.

TRUITE.—C'est un de nos jolis poissons, dont la longueur va jusqu'à une vingtaine de pouces. Sa chair rose

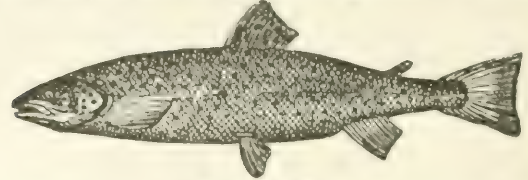


Fig. 91.—La Truite.

est exquise. Elle abonde encore dans nos rivières et nos lacs, et sa pêche est l'une des plus intéressantes.

2° Quelques poissons étrangers

CYPRIN DORÉ.—C'est le nom du *Poisson rouge* des aquariums, que l'on voit souvent en Europe dans les bassins des parcs. Ce petit poisson est originaire de la Chine, où il y en a des variétés très curieuses de forme et de coloration. Il s'apprivoise aisément. Il ne vit pas longtemps en aquarium s'il n'a pas de compagnons. Sa nourriture consiste en fragments de mie de pain, de légumes, etc.

ESPADON.—La célébrité de ce poisson des mers européennes lui vient du prolongement en forme d'épée qui termine sa mâchoire supérieure. Ce bec s'enfonce aisément dans les coques vieillies de navires, mais pour y rester pris et se casser. Grâce à cette arme, il s'attaque avec plus de succès aux grands cétacés. L'Espadon, dont la chair est comestible, est long d'une douzaine de pieds.

EXOCET.—Ce nom est celui du *Poisson volant* de la Méditerranée et des régions tropicales de l'océan Atlantique. C'est un poisson long d'un pied et demi au plus, à dos noir, à ventre blanc, et dont les nageoires pectorales sont très larges et très longues, au point de ressembler à des ailes. Ces sortes d'ailes permettent au Poisson volant, sorti de l'eau avec un élan, de se maintenir à une dizaine de pieds au-dessus de la mer, et pour un parcours de deux

à trois cents pieds. Comme ces poissons " volent " ainsi par troupes nombreuses, le spectacle est joli par beau soleil et mer calme.—La chair de l'Exocet ressemble à celle du Hareng.

GYMNOTE ÉLECTRIQUE.—Ressemblant assez à l'Anguille, ce poisson est spécial au Vénézuéla. A l'aide d'un organe particulier, placé de chaque côté de la queue, il



Fig. 92.—Le Gymnote électrique.

produit des décharges électriques très douloureuses pour les grands mammifères, et qui foudroient les poissons et les batraciens qui lui servent de nourriture.

HIPPOCAMPE. — Surtout lorsqu'il est désséché, ce poisson a une certaine ressemblance avec l'encolure d'un Cheval. Sa longueur est d'environ 4 pouces. Il se tient ordinairement dans la position verticale, se retenant par sa queue enroulée sur des herbes marines. On le trouve dans toutes les mers, comme sur les côtes méridionales des Etats-Unis.



Fig. 93.—L'Hippocampe.

SARDINE.—Les petits poissons que l'on prend en abondance dans le bas Saint-Laurent et sur les côtes de l'Atlantique, que l'on mange à l'état salé, et que souvent on prépare à l'huile pour le marché sous le nom de Sardines, ne sont que du jeune Hareng ou d'autres espèces comestibles. La véritable Sardine, élégant petit poisson

au dos bleuâtre et au ventre argenté, se trouve en abondance sur les côtes d'Angleterre, de France, d'Espagne, d'Italie, etc. On la pêche surtout l'automne. Les maisons de conserves de Sardines établies à Nantes sont célèbres.

Sole. — Ce poisson, que l'on prend sur les côtes de France, est très estimé dans l'alimentation. Long d'un pied à un pied et demi, il porte les deux yeux en ligne sur son côté droit, tandis que le côté gauche de sa bouche porte seul des dents.

Torpille. — Longue de 1 pied à 4 ou 5, la Torpille ressemble aux Raies, mais son corps est plus circulaire. Près de la tête et sous la peau, elle a deux puissants organes électriques, dont les décharges, faites à volonté, sont très douloureuses pour l'Homme, et servent à ce poisson pour foudroyer et capturer sa proie.

CHAPITRE V

LES INSECTES

Voici la classe animale la plus considérable de toutes : en effet, on compte plus de 200,000 especes d'insectes. Et beaucoup de ces espèces, comme les Mouches domestiques et tant d'autres, sont représentées par un nombre incalculable d'individus.

I. — L'étude des insectes, que l'on nomme *entomologie*, est très importante à cause du rôle considérable que jouent les insectes dans la création et par rapport à l'Homme. En effet, partout et en toute saison nous trouvons les insectes. Quelques-uns nous rendent des services, 1°, soit pour le plaisir des yeux : n'est-il pas beau, par exemple, de voir ces papillons aux riches couleurs voleter de fleur en fleur ? 2°, soit pour l'alimentation, comme les Abeilles qui fabriquent le miel ; 3°, soit pour le vêtement, comme les Bombyx, qui nous fournissent la soie. Il ne faut pas

oublier non plus qu'ils contribuent à la salubrité publique en détruisant les substances organiques en état de décomposition, et surtout qu'ils servent à la nourriture des oiseaux, dont nous avons tant besoin pour l'alimentation et pour la protection des produits agricoles et horticoles.

Mais, par contre, que de dommages nous causent les insectes dans tous les domaines! Ils gâtent les fruits, les grains, les légumes, les plantes d'ornement; ils souillent ou rongent les bois des maisons et des meubles, le papier des archives et des livres; ils inoculent les germes de maladies redoutables; ils nous ennuient par leur importunité; parfois ils vivent en parasites, intérieurement ou extérieurement, aux dépens de l'Homme et des animaux. —Or, pour lutter efficacement contre des ennemis qui rachètent leur faiblesse par leur nombre, il importe d'abord de bien connaître leur organisme et leur genre de vie. L'étude des insectes est donc une science de grande utilité.

II.—Mais, en outre, cette étude des insectes est d'un intérêt passionnant, tellement à chaque pas l'on y rencontre les faits les plus curieux. On peut dire, en effet, que l'insecte est un être à rebours des autres animaux.

Par exemple, nous avons vu que la plupart des animaux étudiés jusqu'ici sont constitués par un squelette entouré de chair. L'insecte, lui, a son squelette à l'extérieur: c'est son enveloppe cornée, dure et résistante.

Les autres animaux, en général, respirent par le nez et par la bouche. Chez les insectes, la respiration se fait le long des flancs, par de petites ouvertures (stigmates) placées en ligne.

On voit généralement les autres classes d'animaux élever leurs petits, les nourrir, les protéger, tant qu'ils ne sont pas en état de se tirer d'affaire eux-mêmes. Les insectes, à vrai dire, préparent toutes choses, avec un soin merveilleux, pour que leurs petits, à la sortie de l'œuf, se trouvent dans les meilleures conditions pour leur sûreté et leur alimentation. Mais, par exemple, une fois les œufs pondus en lieu propice, ils ne s'occupent

plus de leur progéniture, qu'ils ne voient jamais, pour l'ordinaire, parce qu'ils sont déjà morts quand les œufs éclosent.

Mais, à coup sûr, ce qu'il y a de plus étonnant dans la vie des insectes, ce sont les transformations qu'ils subissent aux différentes périodes de leur existence.

La plupart des insectes se reproduisent par des œufs. Sous l'influence d'une chaude températare, le germe du petit œuf se développe en un tout petit ver, généralement très vorace, et qui augmente rapidement sa taille, changeant de peau à plusieurs reprises à mesure qu'il grossit. En cet état, l'insecte se nomme *larve*, et, chez les papillons, *chenille*, et c'est alors que généralement il cause le plus de dommages aux plantes, aux animaux, etc.

Au bout de quelque temps, la chenille ou la larve se transforme en une sorte de momie, parfois enveloppée d'une coque de soie (que l'on nomme *cocon*) et dont l'engourdissement est plus ou moins complet. Dans cet état, l'insecte est appelé *nymphe* (ou *chrysalide* chez les papillons). Beaucoup d'insectes passent l'hiver sous cette forme de nymphe ou de chrysalide.

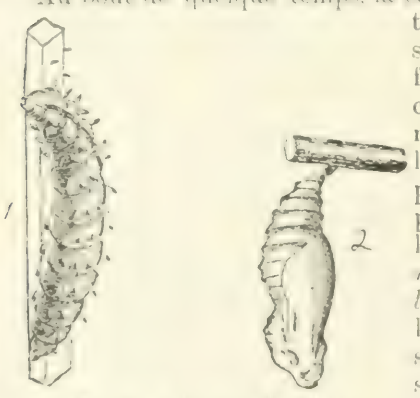


Fig. 24. — 1. Larve ou chenille ; 2. chrysalide de papillon.

La longueur du temps que les insectes demeurent en ces états de larve ou de nymphe varie, suivant les espèces, de quelques jours à quelques semaines, mois ou années.

Enfin, le moment arrivé, la peau de la larve s'entr'ouvre, et l'insecte *parfait*, Papillon, Mouche, etc., s'en échappe. La vie de l'insecte adulte est généralement courte, et se termine peu après la ponte des œufs qui donneront la génération suivante.

Il y a des espèces d'insectes, comme les Libellules et les Maringouins, dont les larves sont absolument aquatiques.

1o Nos insectes les plus intéressants

ABEILLE.—Cet insecte est le plus remarquable de tous. Il vit en sociétés très bien organisées. Chaque société, nommée *essaim*, et habitant une *ruche*, se compose d'une *reine*, qui seule fait la ponte des œufs, de quelques mâles ou frelons, et de nombreuses ouvrières, qui sont chargées de recueillir le miel et de prendre soin des petits. La cire et le miel sont les produits de l'industrie des Abeilles.

ALTISE.—Ici on donne, très improprement, le nom de *Pucerons* à ces petits insectes sauteurs, qui vivent sur les feuilles de chou, de navet, de radis, etc., et les criblent de trous.

BOURDON.—Ces gros insectes, à vol lourd et au bourdonnement bien connu, sont improprement nommés *Taons* en quelques localités. Ils vivent en sociétés, lesquelles ne durent qu'une année. Seules les femelles résistent à l'hiver qu'elles passent engourdies. Les Bourdons produisent une cire grisâtre et du miel en faible quantité. Ils sont armés d'un aiguillon redoutable ; mais on évite aisément la piqûre de ces insectes.

CIGALE.—Qui n'a entendu, durant les jours ensoleillés de l'été, ce bruissement prolongé et éclatant ? C'était le chant de la Cigale, insecte à corps trapu, d'environ un pouce de longueur, à grandes ailes diaphanes, et absolument inoffensif. Ce que l'on appelle son " chant " résulte du frottement de plaques cornées sur des cavités sonores.



Fig. 95.—Un couple de Coquerelles.

COQUERELLE.—Ce nom est, en France, celui d'une herbe. Ici, nous l'appliquons à la Blatte, hôte très incommode des maisons, où elle recherche

les endroits les plus chauds. A l'aide des ventouses de ses pieds, la Coquerelle marche aisément jusque sur les plafonds. Elle se repait de tous les aliments qu'elle peut trouver.

CRIQUET.—Nous avons ici au moins deux espèces de Grillon ou Criquet : le Criquet domestique, qui habite les endroits les plus chauds des maisons, et sort la nuit pour chercher sa pâture ; et le Criquet noir des champs, qui recherche le voisinage des eaux. Les mâles des deux espèces font entendre un cri très aigu, que l'on connaît bien, et qui provient du frottement de leurs ailes dures l'une sur l'autre.

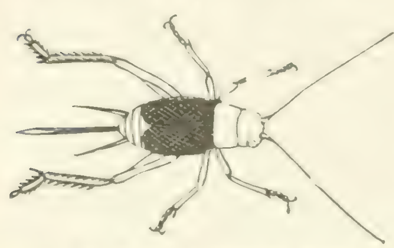


Fig. 96. - Le Criquet des champs.

DORYPHORE.—Cet insecte est bien connu dans le pays sous le nom de *Mouche à patate*. Venu de l'ouest des Etats-Unis, il n'est arrivé dans la Province qu'en 1874, et s'y est répandu très vite, faisant beaucoup de dommages aux champs de pommes de terre.

FOURMI.—De tous les insectes, ce sont les Fourmis dont les mœurs sont les plus intéressantes à observer. Une fourmilière comprend jusqu'à cinq sortes d'individus : les mâles, les femelles, les guerrières, les ouvrières et les larves. Il y a parfois, entre deux fourmilières, des luttes d'où l'on ramène des prisonniers, qui sont ensuite incorporés à la tribu ! Des fourmilières contiennent souvent des Pucerons réduits en domesticité, et qui produisent une liqueur sucrée dont les Fourmis sont friandes !— L'acide formique est sécrété par les Fourmis.

GUÊPE.—Chaque nid de Guêpe (construit en une sorte de papier, et souvent d'un volume considérable, par les insectes eux-mêmes) contient une société, formée de mâles, de femelles et d'ouvrières, et produite au printemps par une seule Guêpe qui a hiverné. Les sociétés des Guêpes

sont donc seulement annuelles, celles des Abeilles étant permanentes. Tout le monde sait combien sont redoutables les piqûres infligées par les Guêpes.

GYRIN. — On donne souvent le nom de *Patineurs* à ces insectes, parce qu'ils se tiennent toujours sur la surface des eaux, où ils paraissent glisser rapidement en tous sens. Ils ont deux yeux sur le dessus de la tête, et deux yeux sur le dessous : ce qui leur permet de voir en même temps dans l'air et dans l'eau.

HANNETON. — C'est ce gros insecte brun, épais, long d'un pouce, qui, vers la fin de juin, pénètre par les fenêtres ouvertes, et voltige avec un bruit considérable, pour s'abattre ensuite lourdement sur le plancher, où il semble comme mort. Sa larve, un gros ver blanc, à tête brunâtre, passe deux ou trois ans dans la terre avant de se transformer en insecte ailé. Les Hannetons de France causent beaucoup de dommages aux cultures, mais les nôtres sont peu nuisibles.

Fig. 97. — Le Hanneton.

KAKERLAC. — Cet insecte, nommé *Cafard* en France, et chez nous *Barbeau de cuisine*, est originaire d'Orient. Il habite surtout les fours, les cheminées, et sort le soir, dans l'obscurité, pour dévorer le pain, la farine, etc. Le mâle est ailé, mais il vole rarement.

LIBELLULE. — Dans notre pays, on donne aux Libellules le nom de *Demoiselles*. Ces insectes, dont plusieurs espèces sont élégantes et de coloration remarquable, sont aquatiques durant leur période larvaire. Ce sont des carnassiers qui se nourrissent d'insectes plus faibles.

LUCIOLE. — C'est la *Mouche à feu*, dont nous avons plusieurs espèces. La phosphorescence se produit, à la volonté de l'insecte, dans les derniers anneaux de l'abdomen, qui sont de couleur jaune.



Fig. 98. La Libellule.



Fig. 99. – Le Maringouin (grossi).

MARINGOUIN.—Cette petite mouche à deux ailes est fort incommode par ses piqûres douloureuses. Certaines espèces, en d'autres pays, transmettent aux gens, en les piquant, le germe de la fièvre jaune ou d'autres maladies redoutables. Ces insectes pondent dans les eaux, et leurs larves sont aquatiques.

PIÉRIDE.—C'est le papillon que l'on appelle ici *Ver à chou*, et qui fit autrefois beaucoup de dommages à la culture des choux, navets, etc., dans la Province. Il fut importé d'Europe à Québec vers 1857. Souvent il hiverne à l'état de chrysalide, et il éclot alors assez de bonne heure, au printemps, pour avoir trois générations dans l'été.

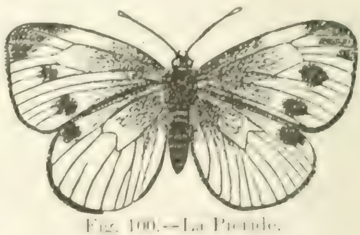


Fig. 100.—La Piéride.

PUCE.—Cet insecte n'a pas d'ailes, mais ses fortes pattes lui permettent d'exécuter des sauts prodigieux,

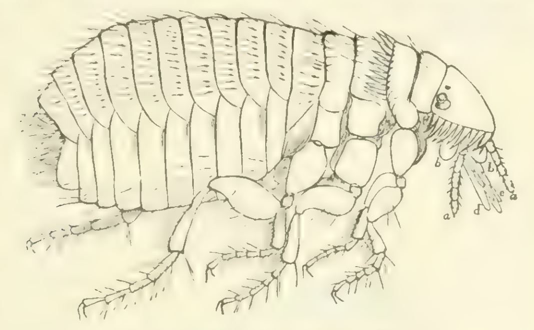


Fig. 101.—La Puce (très grossie).

c'est-à-dire de 50 à 60 fois sa longueur. Comme tout le monde le sait, c'est un buveur de sang, pourvu d'un suçoir qui s'enfonce aisément dans les chairs.

PUCERON.—Ces petits insectes vivent sur les plantes, beaucoup de plantes donnant ainsi asile chacune à une espèce particulière de Puceron. La fécondité de ces parasites est inconcevable, puisqu'un seul Puceron pourrait en un seul été produire une lignée d'un *quintilion* de petits, si rien ne mettait obstacle à cette multiplication.



Fig. 102.—La Punaise domestique (grossie).

PUNAISE.—On applique ici ce nom, soit à ces insectes aplatis, à odeur nauséabonde, qui infestent parfois les habitations, soit à des insectes que l'on cueille souvent avec les framboises et les bluets (airelles) et auxquels on trouve à juste titre un goût désagréable. Les Punaises domestiques, avides de sang humain, infligent aux dormeurs qu'elles peuvent atteindre des morsures brûlantes, souvent nombreuses.

SAUTERELLE.—Cet insecte est un musicien bien connu. Son cri strident a pour cause le frottement de ses cuisses, longues et fortes, sur ses ailes supérieures.



Fig. 103. — La Sauterelle.

Certaines espèces causent parfois des dommages aux récoltes. En Orient, les Sauterelles forment une ressource précieuse comme aliment.

2° Quelques insectes étrangers

BOMBYX. — Ce papillon, qui est de couleur blanche, porte le nom vulgaire de *Ver à soie*. Il vole peu durant le jour. Il est originaire de l'Orient ; mais aujourd'hui,

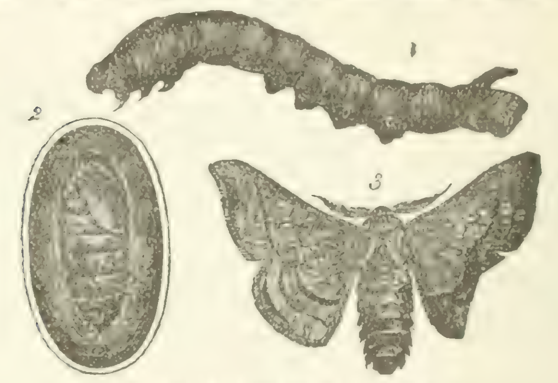


Fig. 104. — Le Bombyx ou Ver à soie.

dans plusieurs pays, il est cultivé comme en domesticité. La soie du commerce n'est autre chose que le fil composant le cocon de l'insecte. Le fil de chaque cocon est continu, et sa longueur dépasse 3000 pieds.

COCHENILLE. — C'est un insecte que l'on cultive, surtout au Mexique, sur la plante nommée *Opuntia* ou nopal. Les Cochenilles se multiplient très rapidement ; on les recueille, et, après les avoir fait mourir, on les dessèche à la chaleur. On en tire ensuite de belles teintures : carmin, écarlate, etc.

Fig. 103. — 1. Chenille du Ver à soie. — 2. cocon, dont une moitié est enlevée pour laisser voir la chrysalide, au milieu. — 3. papillon du Ver à soie.

KERMÈS.—Il y a, dans le sud de l'Europe, des insectes de ce nom qui produisent des sortes de coques dont on tire une teinture rouge. En Amérique, les Kermès sont connus sous le nom de *Scale Insects*, et font de grands dommages aux arbres fruitiers dans les États-Unis, ainsi que dans une petite partie d'Ontario. Se fixant sur les plantes, dont ils aspirent les sucs, ils s'enveloppent d'une espèce de bouclier et y passent leur vie.

PHYLLOXÉRA.—On donne ce nom à un petit Puceron, originaire d'Amérique, et qui, introduit en France en 1865, y détruisit une grande partie des vignobles. Cet insecte enfonce son suçoir dans le bois de la plante et reste là toute sa vie aspirant les sucs végétaux. Le nombre immense de ces piqûres, sur une même plante, la fait rapidement mourir.

TERMITE.—Les Termites sont des sortes de Fourmis blanches, vivant en sociétés très nombreuses, surtout dans les pays chauds. Parfois ils élèvent des constructions coniques, hautes de plusieurs mètres. Parfois ils s'installent dans les habitations, dont ils creusent rapidement les poutres même du bois le plus dur : on ne soupçonne pas leur présence, jusqu'à ce qu'un jour toute la maison s'écroule.

TSÉ-TSÉ.—Redoutable insecte de l'Afrique centrale, la Tsé-Tsé est une mouche un peu plus grosse que notre Mouche domestique. Inoffensive pour les bêtes sauvages, elle fait mourir les animaux domestiques, Bœufs, Chevaux, etc., en leur inoculant, par sa piqûre, des microbes charbonneux. Elle ne pique que durant le jour.

CHAPITRE VI

LES CLASSES INFÉRIEURES DU RÈGNE ANIMAL

Pour compléter cette revue succincte du règne animal que nous avons poursuivie dans les chapitres précédents, il importe de jeter au moins un coup d'œil sur ce que l'on

peut appeler les animaux inférieurs, ainsi nommés par comparaison avec les animaux dits supérieurs que leur organisation et leurs instincts rapprochent davantage de l'Homme. Cette partie inférieure de l'échelle animale renferme un nombre immense d'êtres animés, dont l'organisme, à mesure que l'on descend d'une classe à l'autre, devient de moins en moins compliqué, jusqu'à ce que l'on arrive à des substances dont l'on ne sait plus sûrement si elles sont animales ou végétales. L'étude de ces êtres, dont les formes et les habitudes vitales sont souvent très étranges, est extrêmement intéressante, tellement on y aperçoit sans cesse du nouveau. On y voit aussi, à chaque pas, de nouvelles preuves de la puissance et de la sagesse infinies du Créateur.

1° Les araignées

Les petits animaux compris dans la classe des araignées n'ont pas d'ailes, commeles insectes. Ils ont huit pattes. Leurs yeux varient de 2 à 8, selonles espèces. Voici les genres les plus intéressants de cette classe :

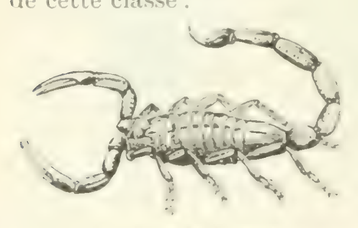


Fig. 105. — Le Scorpion.

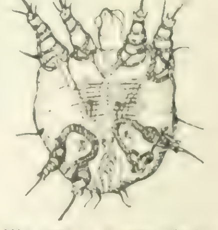


Fig. 106. — Acarus de la gale (très grossi).

Le *Scorpion*, qui est long de 1 à 2 pouces, habite les pays chauds. Avec le crochet qui termine sa queue, il fait des piqûres dangereuses.

L'Acarus ou *Sarcopte de la gale*, est un animalcule parasite de l'Homme et des animaux. Il creuse des galeries dans l'épiderme, ce qui détermine, surtout la nuit, des démangeaisons intenses.

Les *Araignées proprement dites* ont 8 yeux. A l'aide de fils très fins, formés de leur propre substance,

elles tissent et tendent ces toiles admirables, qui sont des pièges où se prennent les insectes dont elles se nourrissent. La *Tarentule* est une grosse Araignée, non venimeuse, de France, d'Italie, etc., et qui habite un terrier qu'elle creuse dans la terre. On connaît bien ici les *Faucheurs*, ces Araignées à pattes très longues.



Fig. 107. — L'Araignée tarentule.

2° Les crustacés

Ces animaux sont aquatiques pour la plupart. Leur corps est renfermé dans une *croûte* de nature calcaire, qui se renouvelle une fois par année. Beaucoup ont les yeux placés au bout d'une sorte de tige mobile. Ils ont de 10 à 14 pattes. Un grand nombre d'espèces de crustacés servent à notre alimentation.

Les crustacés les plus importants sont les suivants : Le *Crabe*, très commun sur les rivages de la mer; l'*Ecrevisse*, qui habite les eaux douces, se nourrissant d'animaux morts ou vivants, et dont la chair blanche et délicate est estimée par les gourmets ; le *Homard*, vivant dans les eaux salées, souvent de grande taille, et très utilisé dans l'alimentation (c'est la cuisson qui lui donne sa couleur rouge bien connue).

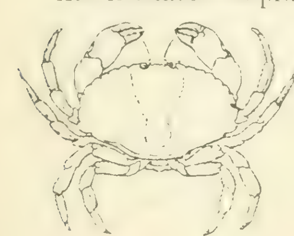


Fig. 108. — Le Crabe.

3° Les mollusques

En notre pays, on désigne souvent les mollusques par le nom de "coquilles" ; mais cette dénomination est impropre, parce qu'en réalité la coquille n'est que l'enveloppe de ces sortes d'animaux. Cette coquille est souvent

de couleur très brillante. Les mollusques n'ont ni cœur, ni moelle épinière. Leur respiration se fait par des branchies. Leurs sens paraissent peu développés. La plupart se reproduisent par des œufs.--Certains mollusques sont utilisés pour l'alimentation. D'autres fournissent à l'industrie la nacre, les perles, etc.

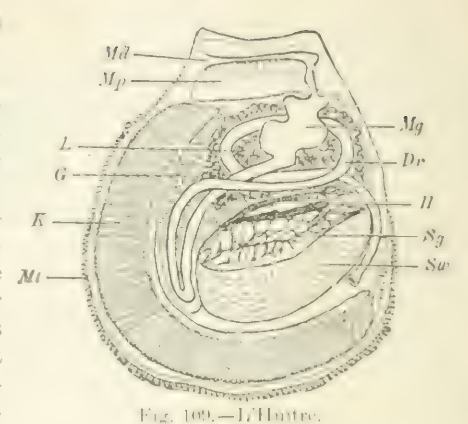


Fig. 109.—L'Huître.

Du grand nombre d'espèces de mollusques qui existent dans les eaux douces ou salées et sur la terre, voici quelques-unes des plus intéressantes :

Le *Calmar* ou *Encornet*, nommé *Squid* par nos pêcheurs du Golfe, et qui est très recherché comme appât pour la pêche de la Morue ;

Le *Casque* et le *Strombe*, dont les grosses coquilles se voient souvent, à titre de bibelots, dans les maisons ;

L'*Escargot*, si estimé en Europe comme aliment, et qui est un mollusque terrestre ;

L'*Huître*, mollusque bien connu qui passe sa vie fixé sur les rochers recouverts par la mer. Elle constitue un aliment délicat, surtout quand elle provient des célèbres bancs de nos côtes maritimes de l'est ;

La *Limace*, mollusque mou, sans coquille et qui rampe sur les plantes ;

La *Moule*, à deux valves, et que l'on trouve sur les rivages du Golfe, depuis Tadoussac. Ce mollusque est comestible le printemps ;

Fig. 109.—*Mt*, manteau (repli de la peau).—*K*, branchies.—*Md*, bouche.—*Mp*, lèvres.—*Mg*, estomac.—*Dr*, intestin.—*L*, foie.—*H*, cœur.—*Sg*, muscle gris.—*Sw*, muscle blanc.

La *Perlière*, mollusque à deux valves, de couleur

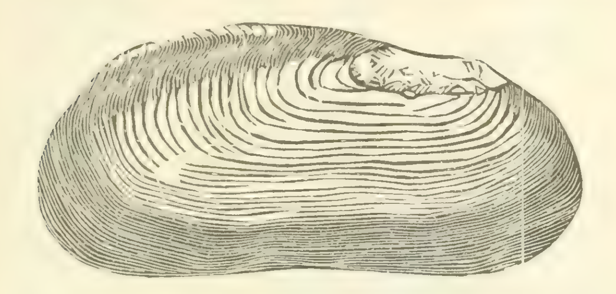


Fig. 110. — La Perlière.

brune, abondante dans nos rivières, et qui produit des perles d'une certaine valeur ;



Fig. 111. — Le Poulpe.

La *Piniadine*, des mers tropicales, qui produit les perles fines, utilisées en bijouterie ;

Le *Poulpe* (nommé aussi *Pieuvre*, *Octopus*), dont les 8 bras portent chacun une double rangée de ventouses. C'est un animal dangereux quand il est de grande taille (on en a vu dont les bras avaient plus de 36 pieds de longueur).

4o Les vers

Ces animaux ont généralement le corps allongé et sans organes propres à la locomotion. Leur organisme est très simple, puisque chez un bon nombre il n'y a pas même d'appareils de digestion, de respiration et de circulation du sang.

Les plus connus sont les *Lombrics* ou *Vers de terre*. Ils rendent de grands services à l'agriculture, soit en formant de l'humus avec les plantes dont ils se nourrissent, soit en ameublissant le sol en avalant et rendant des particules de terre. On les utilise souvent comme appât pour la pêche.



Fig. 112. — Le Ver de terre.

Mais il y a aussi d'autres animaux classés parmi les vers et qui sont intéressants. En voici quelques-uns :

La *Sangsue*, qui possède à ses deux extrémités des ventouses qui lui servent à s'avancer quand elle est hors de l'eau. Très utilisée jadis pour pratiquer des saignées ;

Fig. 113. — Les Sangsues.

Les *Trichines*, petits vers de la grosseur d'une tête d'épingle, parasites du Porc, et qui, en cas de cuisson insuffisante de la chair de cet animal, passent dans les muscles de l'Homme et produisent alors la grave maladie de la trichinose ;

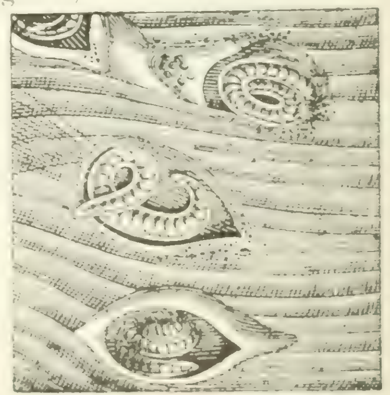


Fig. 114. — Trichines (très grossies) logées dans un muscle.

L'*Anguillule*, qui peut revivre après un dessèchement de 27 années. Ce ver produit la *nielle* du blé, mais s'attaque aussi au seigle, à l'avoine, à l'oignon, à la betterave ;

Le *Dragonneau* ou *Gordius*, ver aquatique, qui ressemble à un filament noir d'une douzaine de pouces, et que les gens regardent comme des crins de Cheval transformés en Serpents par leur séjour dans l'eau (ce qui est une absurdité) ;

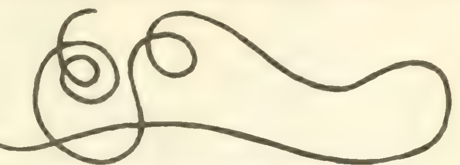


Fig. 115.—Le Dragonneau.

Le *Ténia* ou *Ver solitaire*, long de 6 à 10 pieds, parasite intestinal surtout de l'Homme. Les œufs de ce ver se développent dans la chair du Porc (*ladrerie*) ; quand on mange de cette chair *ladre*, on risque d'être envahi par ce parasite ;

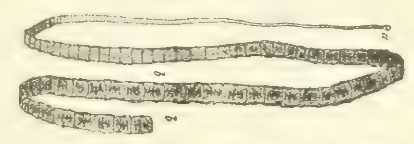


Fig. 116.—Le Ténia. (*a*, tête ; *b*, anneaux.)

La *Douve*, longue d'un pouce, terrible parasite du Mouton, dont il occupe le foie.

5° Les échinodermes

Ces animaux sont remarquables en ce que les parties qui les composent sont disposées comme des rayons autour d'un axe central. Ils sont recouverts d'une enveloppe solide, calcaire, hérissée de pointes ou d'épines. Les deux espèces suivantes sont bien connues :

L'*Oursin*, qui a la forme d'une boule aplatie, d'environ deux pouces de diamètre, et recouverte

Fig. 117.—L'Oursin. (Le côté gauche est dépouillé de ses épines.)


Fig. 118.—L'Étoile de mer (face ventrale)

d'épines. Cet animal vit dans les fentes des rochers ou en des trous qu'il creuse; des plantes marines et de petits mollusques composent sa nourriture. On le trouve abondamment sur les grèves du golfe Saint Laurent.

L'*Etoile de mer*, ou *Astérie*, facile à reconnaître par son corps à forme d'étoile, ayant au moins 5 rayons ou bras divergents. La bouche se trouve au centre de la surface ventrale. Cet animal existe aussi en abondance sur les rivages du golfe et du Saint-Laurent inférieur.

6° Les polypes

Il y a des polypes qui ressemblent à des plantes étant comme elles ramifiés et attachés au sol. Ces animaux


Fig. 119.—Le Polypier du Corail
(A droite, un polype grossi)


Fig. 120.—La Méduse.

vivent dans les mers tropicales. Leurs principaux organes sont des tentacules qui servent à capturer les proies dont ils se nourrissent.

Parmi les 3000 espèces de polypes qui existent, il y en a beaucoup qui ont des formes très étranges et des habitudes très curieuses à étudier. Très souvent, ils vivent en colonie sur un support commun. Les uns sont de consistance gélatineuse, transparents et parfois brillamment colorés, comme les jolies *Méduses*. Les autres ont un squelette calcaire (ou polypier), sur lequel vivent de nombreux individus, comme c'est le cas pour le *Corail*, pierre colorée et utilisée en bijouterie, mais qui de son vivant ressemblait à un végétal ayant même des fleurs (ces fleurs sont des polypes distincts). D'autres de ces polypes finissent par constituer, dans la mer, des récifs formés de leurs enveloppes calcaires.

7° Les éponges

Autrefois, on classait les éponges parmi les végétaux, d'autant mieux qu'elles n'ont ni bouche, ni canal digestif, ni tentacules pour saisir leurs proies. Toutes jeunes, elles ont la forme de petites boules agiles dans les eaux ; plus tard, elles se fixent sur des rochers et se développent chacune en une éponge ou colonie d'éponges. Ces animaux sont de consistance gélatineuse, à filaments cornés sur lesquelles sont placées les cellules vivantes, qui se nourrissent à même le courant d'eau qui les baigne constamment. Les éponges dites *de toilette* proviennent surtout



Fig. 121.—L'Eponge.

de la Méditerranée et de la mer des Antilles ; mais il faut, avant de les utiliser en cette qualité, leur faire subir un traitement particulier.

8º Les animalcules microscopiques

Avant que l'on eût inventé le microscope, on ne soupçonnait même pas l'existence du monde des "infiniment petits", que l'œil humain n'est généralement pas capable d'apercevoir. Ces animalcules, qui composent le groupe des protozoaires, forment un grand nombre d'espèces différentes et pullulent partout. Beaucoup de ces espèces vivent en parasites dans les diverses parties du corps de l'Homme et des animaux, et leur occasionnent parfois des maladies redoutables.

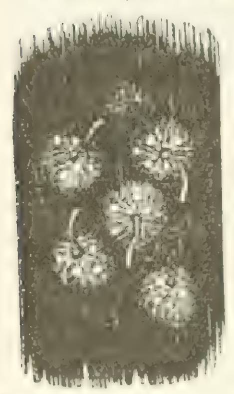


Fig. 122. — Les Noctiluques.

Ces animalcules, par la simplicité de leur organisation, sont au bas de la série animale. Ils n'ont aucune trace d'organes, et ne manifestent leur vie que par les fonctions du mouvement et de la nutrition. Chaque espèce a des habitudes très curieuses à étudier.

Des groupes nombreux constitués par ces petits êtres, nous mentionnerons seulement : 1º, les *Infusoires*, pullulant dans les eaux, douces ou salées, qui contiennent des matières organiques en décomposition ; 2º, les *Noctiluques* qui, de plus forte taille, atteignent la grosseur d'une tête d'épingle. Ils se multiplient parfois au point de donner à la mer une teinte rouge ou laiteuse durant le jour, et de la rendre, la nuit, lumineuse ou phosphorescente. Ce phénomène de la phosphorescence de la mer est particulier aux mers tropicales ; on l'observe pourtant quelquefois dans le bas Saint-Laurent, au moins depuis Tadoussac.

BOTANIQUE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

On nomme RÈGNE VÉGÉTAL l'ensemble de toutes les plantes qui existent sur la surface du globe terrestre.

La PLANTE, ou le VÉGÉTAL, est un être vivant, muni d'organes, qui naît, se développe, se reproduit et meurt après un temps plus ou moins long. Le végétal diffère de l'*animal* en ce que—malgré de nombreuses ressemblances—il n'est pas, comme lui, doué de la faculté de sentir et de se mouvoir. Il diffère du *minéral* parce qu'il a la vie et des organes pour l'exercer.

Quelle est l'importance du règne végétal ? La meilleure façon de répondre à cette question, c'est de supposer, pour un instant, que par l'effet de la volonté de Dieu le règne végétal cesserait tout d'un coup d'exister : quelles seraient les conséquences de l'anéantissement soudain de tous les végétaux ?

D'abord, la terre, dépouillée des gazons, des fleurs et des arbres qui lui font une parure si agréable, n'offrirait plus à la vue qu'un aspect désolé et dépourvu de toute beauté. Puis l'atmosphère n'étant plus purifié par l'action des parties vertes des plantes deviendrait rapidement irrespirable. Que serait notre alimentation, lorsque nous manquerions des fruits, des légumes et des céréales ? Il ne nous resterait plus, pour notre nourriture, que la chair des animaux. Or, les animaux sont eux-mêmes ou herbivores ou carnivores : ceux-là, privés de leur nourriture végétale, périraient en un temps très court ; quant aux carnivores, qui se nourrissent largement aux dépens

---

OUVRAGE A CONSULTER : Troisième partie des *Eléments de Minéralogie, de Géologie et de Botanique*, par Mgr Laflamme.

des herbivores, ils ne pourraient longtemps leur survivre. Enfin, l'anéantissement du règne végétal nous priverait aussi des ressources que nous en tirons pour notre vêtement, pour la construction, l'ameublement et le chauffage des habitations.

Par ce court exposé de ce qui se passerait sur la terre si les plantes cessaient d'y exister, on voit facilement quel est, dans le plan du Créateur, le rôle immense du règne végétal dans la vie terrestre du genre humain.

Et puisque le règne végétal est d'une pareille importance, la BOTANIQUE, qui est *l'étude du règne végétal*, ne peut qu'être aussi très importante : elle nous permet, en effet, par la connaissance qu'elle procure des plantes diverses et des conditions de leur vie, de mieux cultiver les plantes qui nous sont utiles, et en général de tirer des ressources plus abondantes des différents végétaux.

Cette étude est, de plus, très propre à satisfaire la curiosité de l'esprit humain, très intéressante en un mot. Car la puissance, la sagesse et la bonté du Dieu Créateur ne sont pas moins visibles à chaque pas dans ce domaine que dans les autres. L'organisme des végétaux, sans être aussi compliqué que celui des animaux, est également admirable dans son fonctionnement ; et se rendre compte de ses détails offre des jouissances très vives à un esprit intelligent. La facilité même de se procurer, en cette matière, des sujets d'études, qui sont souvent des objets si gracieux, plantes au port élégant et aux fleurs si belles, tout cela contribue à faire de la botanique la plus aimable des sciences.

DIVISION. — Dans ce court traité, nous suivrons la méthode généralement pratiquée par les auteurs, et qui consiste à étudier séparément la structure et les organes des végétaux, et la manière dont fonctionnent ces organes. Il sera donc question, dans la première partie, de l'ANATOMIE VÉGÉTALE ; et dans la deuxième, de la PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. Dans la troisième partie, intitulée COUP D'ŒIL SUR LE RÈGNE VÉGÉTAL AU CANADA, nous parlerons des végétaux les plus importants de notre pays.

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE VÉGÉTALE

CHAPITRE I

DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES ET DES TISSUS

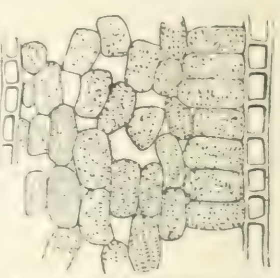
Si nous n'avions que le secours de nos yeux pour connaître la composition de la substance qui constitue le végétal ou l'animal, nous ne saurions à peu près rien de la structure intime de l'un ou de l'autre. Mais le progrès de la science, accompli à travers les siècles, a fait trouver des moyens d'étendre beaucoup la puissance de perception dont sont doués nos organes.

C'est d'abord la chimie, qui décompose et recompose les matières organiques ou inorganiques, et qui nous a appris que toutes les substances, animales ou végétales, sont constituées principalement par la réunion de quatre corps simples, dont l'un, le *carbone* (ou charbon), est un corps solide, et les trois autres, *hydrogène*, *oxygène* et *azote*, sont des corps gazeux. En outre, on trouve souvent, combinés avec eux, une quinzaine d'autres corps simples, le *phosphore*, le *soufre*, etc. Suivant la manière dont ces différents corps sont combinés ensemble, et suivant les proportions dans lesquelles ils le sont, on se trouve en présence de telle ou telle substance animale ou végétale : le sang, la sève, la chair, la pulpe des fruits, etc.

Mais il y a aussi le microscope, qui augmente considérablement la puissance de l'organe visuel, et au moyen duquel il est devenu possible de connaître la structure

intime des corps organiques. On s'est aperçu, avec son aide, que les substances, soit animales, soit végétales, ont une structure à peu près semblable, formée, dans les unes comme dans les autres, de *cellules*, de *fibres* et de *vaisseaux*. Nous allons, en nous restreignant ici aux seules substances végétales, jeter un coup d'œil sur ces éléments anatomiques.

Cellules.—La cellule est une sorte de petite outre close de toute part, et d'une extrême petitesse. Quand les cellules sont de formes régulières, le tissu qu'elles composent par leur réunion donne l'idée d'un rayon de miel partagé en petites cavités se ressemblant les unes les autres. Elles ont des formes très diverses, suivant les plantes et les parties des plantes où elles se trouvent.


Fig. 123.—Cellules composant la substance d'une feuille.

Les cellules ne sont pas vides, ordinairement ; mais elles sont remplies de liquides ou de solides.—Ce sont les cellules qui constituent la plus grande partie de la substance végétale.

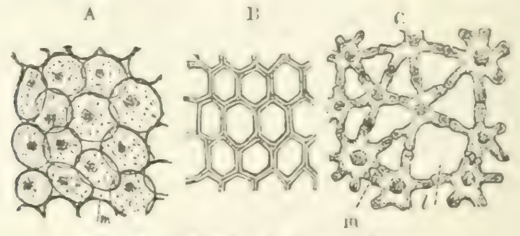


Fig. 124.—Cellules de diverses formes.

Dans les jeunes cellules, surtout de formation récente, on remarque un petit noyau (nucléus). Fréquemment

Fig. 123. — Coupe (très grossie) dans l'épaisseur d'une feuille, montrant des cellules de différentes formes.

Fig. 124.—A, cellules arrondies, laissant des vides (méats), *m*, entre elles.—B, cellules se touchant sur tout leur contour.—C, cellules laissant entre elles des lacunes *l*.

ce noyau se partage en plusieurs autres noyaux, autour de chacun desquels se forme une membrane qui l'enveloppe : et c'est ainsi que la cellule primitive est remplacée par un certain nombre d'autres cellules. Il arrive aussi que la cellule se partage en plusieurs autres par des cloisons qui se forment en sa cavité et la subdivisent. Ce travail de multiplication, lorsque la plante s'accroît très vite, se fait avec une rapidité extraordinaire.

Avec le temps, la forme des cellules se modifie. En outre, des matières solides se fixent dans leurs enveloppes et leur donnent une dureté considérable. Ainsi s'explique la solidité qu'acquiert, par exemple, l'enveloppe des noyaux de Cerise, qui n'est pourtant composée que de cellules vieillies.

FIBRES. — En s'allongeant beaucoup, les cellules deviennent des sortes de filaments pointus à leurs extrémités, et d'une ténuité extrême : ce sont les *fibres* des végétaux. Dans cette transformation des cellules, les parois se sont épaissies, et le diamètre de la cavité intérieure s'est considérablement rétréci. En même temps, des matières solides s'y sont fixées de plus en plus : de là vient la solidité plus grande du bois, qui est presque entièrement composé de fibres. Ces fibres étant placées les unes contre les autres et n'adhérant que faiblement, on comprend bien que le bois soit plus facile à *fendre* qu'à *rompre*. Les fibres existent aussi dans les racines et dans les nervures des feuilles.—Ce sont les fibres qui constituent les matières textiles provenant des végétaux : coton, lin, chanvre.

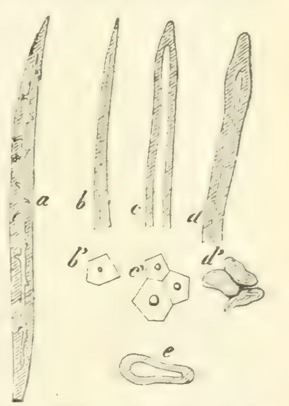


Fig. 125.—Fibres (*a*, *b*, *c*, *d*.)—Au-dessous (très fort grossissement), coupe transversale des fibres.

VAISSEAUX.—De même que, dans les substances animales, il y a des tubes, nommés artères et veines, pour la circulation du sang : ainsi, dans la masse des végétaux,

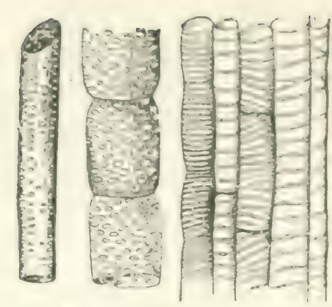


Fig. 126.—Diverses sortes de vaisseaux.

Il y a aussi des tubes allongés pour la circulation de la sève. Ces tubes portent le nom de *vaisseaux*.

Les vaisseaux sont formés de cellules très allongées et à parois épaisses, qui sont fixées bout à bout et en file. Lorsque les cavités de ces cellules restent indépendantes les unes des autres et ne communiquent pas entre elles, le vaisseau qu'elles constituent est dit *fermé* ou *imparfait*. Mais lorsque ces cavités communiquent de l'une à l'autre et forment de la sorte un tube continu, le vaisseau est dit *ouvert* ou *parfait*.

C'est par les vaisseaux que la sève, puisée dans le sol par les racines, monte dans la tige et se rend jusqu'aux feuilles.

Tissus.—Une portion de substance végétale quelconque, suivant qu'elle se compose surtout de cellules, ou bien de fibres, est dite *tissu cellulaire* (Champignons) ou *tissu fibreux* (Pin, Cèdre). Dans le *tissu vasculaire*, on trouve réunis des cellules, des fibres et des vaisseaux (Erable, Bouleau).

CHAPITRE II

LES RACINES

On nomme *racine* la partie inférieure de la plante et qui est ordinairement enfoncée dans le sol.

Rôle de la racine.—La racine sert d'abord à fixer la plante sur la terre par l'ensemble de ses ramifications qui s'étendent plus au moins dans tous les sens.

Mais surtout la racine nourrit la plante en puisant dans le sol les éléments qui lui permettent de se développer. Toutefois, elle ne prend ainsi dans le sol que des éléments liquides, parce que ces substances ne peuvent pénétrer dans la racine qu'à travers les membranes de son enveloppe, et qu'aucune matière solide ne pourrait traverser de la sorte des membranes entièrement closes.

Ce sont les *poils absorbants* qui puisent les sucs nourriciers du sol. On désigne par ce nom de petits poils très ténus fixés sur la surface des radicelles (les plus petites ramifications des racines) et uniquement composés de cellules, d'où les éléments nutritifs, absorbés du sol, passent ensuite dans ces tubes nommés vaisseaux, dont nous avons parlé au chapitre précédent, et qui les conduisent dans toutes les parties de la plante. La plante dépend tellement, en général, de la racine pour sa nourriture, qu'elle dépérit aussitôt lorsqu'elle en est détachée.

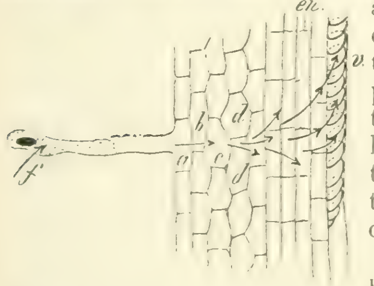


Fig. 127.—Où l'on voit la sève pénétrant en *f* dans le poil absorbant et se rendant (comme l'indiquent les flèches) jusqu'aux vaisseaux *v*.

Parties et structure.—Le point où la racine se joint à la tige se nomme *collet* (Fig. 128). Le *corps* de la racine est la partie la plus grosse de la racine, celle qui émet les filaments, plus ou moins nombreux et déliés, qui s'étendent partout pour recueillir les éléments nutritifs. Ces filaments eux-mêmes sont les *radicelles*, dont l'ensemble se nomme le *chevelu* de la racine. L'extrémité des radicelles, par où elles s'allongent dans le sol, est formée d'une sorte de *coiffe* qui la protège. Quant à la structure de la racine, elle est généralement la même que celle de la tige, c'est-à-dire qu'elle contient des cellules, des fibres et des vaisseaux : et même les fibres et vaisseaux de la tige ne sont que le prolongement de ceux de la racine.



Fig. 128.—Racine pivotante (Betterave).

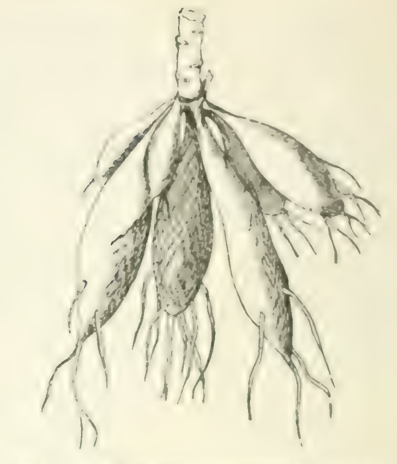


Fig. 129.—Racines tubéreuses (Dahlia).

FORMES DIVERSES.—Les racines ont reçu différents noms suivant leur direction ou l'aspect qu'elles présentent. C'est ainsi qu'on distingue les racines : 1°, *pivotantes*, qui ont la forme de cônes s'enfonçant dans le sol (Betterave, Carotte) ; 2°, *fibreuses*, composées de filaments déliés (Céréales, Oignon) ; 3°, *tubéreuses*, lorsqu'elles sont renflées et charnues (Dahlia) ; 4°, *traçantes*, lorsqu'elles s'étendent, sans s'enfoncer, près de la surface du sol ; etc.



Fig. 130.—Racines fibreuses (Blé).

Il y a encore les racines *adventives*, qui poussent sur différents points de la tige : c'est ainsi que le Fraisier émet le long de sa tige des racines qui le fixent au sol ; le Lierre produit aussi des racines de ce genre, nommées *crampons*, qui l'attachent aux surfaces sur lesquelles il grimpe. Quand on passe le rouleau sur les champs de

Fig. 128.—*a*, collet de la racine.—*b*, corps de la racine.—*c*, radicelles.

céréales, on veut coucher les plantes sur le sol, pour leur faire pousser des racines adventives qui activeront leur croissance. Le buttage ou renchaussage a le même but. — Le bouturage et le marcottage, procédés souvent employés pour la multiplication des plantes d'ornement, sont fondés sur les mêmes principes. Dans le *marcottage*, on entoure de terre humide une portion de rameau ; quand il a poussé des racines à ce point, on détache le rameau de la plante-mère, dont il peut se passer désormais. L'autre procédé consiste à détacher tout d'abord de la plante un rameau portant des nœuds (sortes de renflements où les feuilles sont attachées), et à le planter en terre : ce rameau, nommé *bouture*, produit alors des racines, et devient ainsi une plante nouvelle. Il y a même des végétaux, par exemple le *Hoya*, dont une simple feuille, ainsi mise en terre, pousse des racines et ensuite une tige. Le Saule est un des végétaux les plus faciles à bouturer ; on cite même le cas d'un jeune Saule qui fut arraché de terre et replanté la tête en bas, c'est-à-dire les racines en l'air et les branches dans le sol, et qui continua de vivre, les ex-racines s'étant couvertes de feuilles, et les ex-rameaux de racines.



Fig. 131. - *r*, crampons du Lierre.

CHAPITRE III

LA TIGE

La tige est le corps même du végétal ; elle s'élève ordinairement dans l'air, se divisant en branches et rameaux, et se couvrant de feuilles, de fleurs et de fruits.

Direction et formes. — Le plus ordinairement, la tige est *aérienne* : et alors elle constitue : 1°, le *tronc* des arbres,


Fig. 132.—Stipe (tige du Palmier).

support ramifié, ligneux, arrondi, recouvert d'écorce ; ou 2°, le *stipe*, tige dressée, cylindrique, sans branches, couronné par une touffe de feuilles (Palmier) ; ou 3°, le *chaume*, qui est une tige creuse et portant de distance en distance des nœuds d'où partent des feuilles. Le Blé et les autres graminées ont des tiges de ce genre, qui desséchées sont le foin et la paille ; la tige des Bambous et celle des Roseaux sont aussi des chaumes.

Il y a des tiges aériennes trop faibles pour se dresser, et dont les unes, dites *rampantes*, courent sur le sol, en s'y fixant par des racines adventives (Fraisier, Petit-Thé), et les autres, dites *grimpantes*, montent le long d'un support en s'y enroulant (Liseron), ou bien en s'y fixant par des vrilles ou des crampons (Pois, Lierre).

D'autres tiges sont *souterraines*, s'étendant sous le sol, horizontalement ; leur partie antérieure, à mesure


Fig. 133.—Le Petit-Thé. (Tige rampante.)

qu'elle avance, produit des racines, des feuilles et des fleurs. Cette sorte de tige se nomme *rhizome*.



Fig. 134.—Rhizome. (Sceau-de-Salomon.)

Parfois cette tige souterraine s'élargit, se grossit, et prend une forme plus ou moins sphérique : c'est alors un *bulbe* (Oignon, Poireau, Tulipe). D'autres fois, elle s'épaissit en divers renflements plus ou moins nombreux, portant de place en place de petites écailles, d'où sortiront des bourgeons, puis des tiges aériennes : ces sortes de tiges ou de renflements sont des *tubercules*, dont la Pomme de terre et le Topinambour offrent des exemples bien connus.

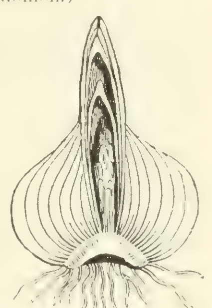


Fig. 135.—Bulbe de l'Oignon.

Enfin, on distingue encore les tiges ligneuses, semi-ligneuses et herbacées. 1°, Les tiges *ligneuses*, sont dures et solides ; leur tissu résistant est le bois. Les arbres ont des tiges de ce genre. 2°, Les tiges *semi-ligneuses* n'ont que la partie inférieure ainsi solidifiée et persistante, leurs rameaux se renouvelant chaque année. C'est le cas des arbrisseaux (Framboisier, Rosier). 3°. Les tiges *herbacées*, ordinairement de couleur verte, sont faibles et molles, et ne vivent qu'une seule saison. On donne le nom d'*herbes* aux plantes qui ont des tiges de ce genre.

STRUCTURE DES TIGES.—Dans cet article, nous voulons donner une idée générale de la structure intérieure des végétaux.

Il y a trois types différents de structure des tiges, qui correspondent aux trois types différents des végétaux. On distingue en effet, chez les végétaux, des *dicotylédones*, des *monocotylédones* et des *acotylédones*. Ces dénominations, qui ont un air un peu revêche, indiquent seulement l'un des premiers caractères qui se montrent lors du développement des graines de chacune de ces plantes.

Tout le monde a vu *lever* des graines de Citrouille ou de Fève, et a dû remarquer que la petite tige naissante porte deux grosses feuilles très épaisses. Ces feuilles très fortes se nomment *cotylédones*. Eh bien, les plantes qui portent ainsi, en levant, deux cotylédons, sont les *dicotylédonées* (ou dicotylédones). Les Citrouilles, les Melons, les Fèves sont de cette classe de végétaux. — Mais il y a d'autres plantes, comme le Blé d'Inde, l'Avoine et les autres céréales, dont les graines, en levant, n'offrent d'abord qu'un seul lobe ou cotylédon : ces plantes sont dites *monocotylédonées* (ou monocotylédones). — Enfin, dans une dernière catégorie de végétaux, les graines, nommées *spores*, n'ont pas même un seul de ces lobes ou cotylédons. Les plantes de cette sorte sont dites *acotylédonées* (ou acotylédones). On constatera dans les pages suivantes que ces trois classes de plantes, qui diffèrent déjà beaucoup dans le développement de leurs graines, offrent aussi de grandes différences dans la structure de leurs tiges.

Tiges des dicotylédones. — Un examen attentif de la vignette ci-jointe fera connaître tout ce qu'il importe de

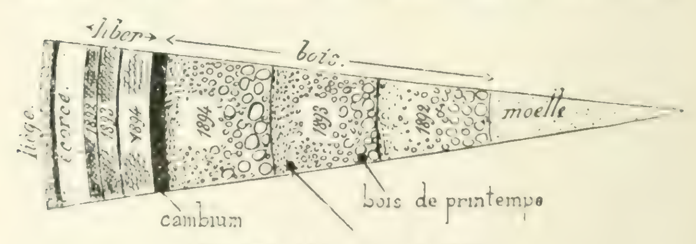


Fig. 136. – Une section de Chêne.

savoir sur les tiges des plantes dicotylédonées, dont font partie notamment tous nos arbres et arbustes du pays.

Dans la section transversale de Chêne représentée dans cette vignette, on trouve, en commençant par le dehors :

1° Le *liège*, qui est l'écorce extérieure, formée de lames minces dans le Bouleau, de grandes plaques sèches dans l'Epinette, de masse compacte dans le Sapin. Dans le

Chêne-Liège, cette partie de l'écorce devient épaisse : c'est le liège du commerce. Les tiges encore jeunes sont enveloppées d'une membrane dite épiderme.

2° Le *liber*, qui est la partie fibreuse et intérieure de l'écorce ; il se compose, dans le cas présent, de feuillets formés en 1892, 1893 et 1894. (Il s'en forme un nouveau chaque année.)

3° Le *cambium*, matière gélatineuse qui se trouve entre le bois et l'écorce, et qui détermine l'accroissement de l'arbre, en produisant du liber sur sa surface externe, et du bois sur sa surface interne

4° Le *bois*, formé d'un nombre de couches proportionnel à l'âge de l'arbre : car il s'en produit une couche nouvelle chaque année. La vignette représente les trois couches de 1892, 1893, 1894. On devra remarquer que le bois et l'écorce s'accroissent l'un par le dehors et l'autre par l'intérieur.—La partie extérieure (c'est-à-dire plus jeune) du bois se nomme *aubier* (aubelle). La partie intérieure, dite *cœur du bois*, est généralement plus dure et plus colorée, parce que ses fibres plus anciennes sont plus incrustées de matières solides.

5° La *moelle*, composée de cellules incolores et qui finit par disparaître dans les tiges âgées. Dans la tige du Sureau, on peut voir un cas où la moelle est très développée.

De la moelle à l'écorce, à travers les fibres et les vaisseaux qui composent la masse du bois, courent les *rayons médullaires*, qui sont des lames de tissu cellulaire. Ces rayons établissent ainsi des communications entre les diverses couches de la tige. Dans les bois blanchis, on voit ces rayons médullaires sous forme de plaques nacrées de formes et de dimensions variées.

Fig. 137.—Coupe d'une tige de Chêne, montrant les *rayons médullaires*.

Tiges des monocotylédones.—Chez les plantes monocotylédonées, comme les Palmiers, les Asperges, etc., la tige est tout autrement constituée que celle ci-dessus décrite. Il suffit, pour le constater, de jeter un coup

d'œil sur la vignette No 138. Ces tiges qui généralement n'ont pas de branches ont une *écorce* composée de cellules parmi lesquelles courent des vaisseaux ; cette écorce adhère fortement au bois et ne peut en être

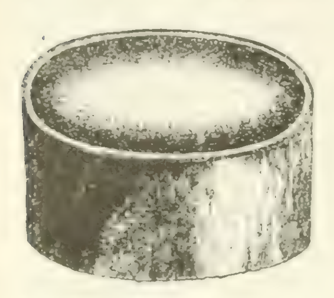


Fig. 138. — Coupe transversale d'une tige de monocotylédone.



Fig. 139. — Coupe transversale d'une acotylédone.

détachée. Quant au bois, il est formé aussi d'une masse cellulaire entremêlée de fibres et de vaisseaux. Ces fibres et vaisseaux existent surtout vers l'extérieur ; c'est le centre de la tige qui est ici le plus tendre, contrairement à ce qui existe chez les dicotylédonées.

Tiges des acotylédones.—A l'aide de la vignette No 139, qui représente une section de Fougère arborescente, on se fera une idée de la structure de la tige des acotylédones. On y voit que cette tige se compose surtout de tissu cellulaire, dans la circonférence duquel se trouvent des faisceaux fibreux et des vaisseaux, qui ensemble constituent en réalité le bois de ces végétaux. Sur la surface extérieure, il y a des aspérités qui sont les points d'où partaient les feuilles desséchées et tombées.

Il convient d'ajouter que beaucoup de plantes acotylédones n'ont pas de tiges, et que plusieurs n'ont qu'une tige formée seulement de tissu cellulaire.

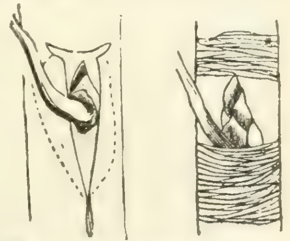
BOURGEONS.—A part les feuilles, dont il sera question au chapitre suivant, la tige porte les *bourgeons*, qui apparaissent au bout des rameaux ou à la base (aisselle) de chaque feuille. Ces petits corps ovales contiennent, sous forme très réduite, un rameau avec ses feuilles et ses


Fig. 140. Bourgeons (dont ceux de droite tranchés verticalement) du Lilas.

fleurs. Ils sont presque toujours protégés par des écailles (Erable, Pommier), recouvertes elles-mêmes par une sorte de gomme (Peuplier, Aulne) ou par du duvet (Saule). Cette protection leur est nécessaire parce que, formés une année à l'avance, ils ont à subir l'hiver, avant de se développer au printemps.

Certaines plantes produisent aussi, à la base de leurs feuilles (Lis ou Martagon tigré) ou sur leur tige florale (Oignon), des bourgeons charnus, nommés *bulbilles*, qui mis en terre produisent de nouvelles plantes.

La Greffe.—Ce qu'on fait pour les bulbilles, les détacher de la plante et les mettre en terre où ils se développent en un nouveau végétal, on peut le faire aussi d'une certaine manière avec les bourgeons. Le bourgeon contient en raccourci un rameau, avec ses feuilles et ses fleurs. Mais, au lieu de le laisser se développer à l'endroit où il est, on peut très bien l'enlever avec un peu d'écorce, et le *planter* sous l'écorce incisée d'un rameau d'une plante de même famille : si l'opération est faite en de bonnes conditions, les surfaces mises en contact se souderont, et le bourgeon se développera comme il aurait fait sur sa plante d'origine.


Fig. 141.—La greffe en écusson.

L'opération que nous venons de décrire sommairement, c'est la *greffe* (en écusson). Elle peut se pratiquer

Fig. 141.—Dans la vignette de gauche, l'écusson (bourgeon avec une portion d'écorce) est placé déjà sous l'écorce incisée d'un rameau ; et, dans celle de droite, le tout est attaché d'un gros fil de laine enroulé à plusieurs tours.

aussi de plusieurs autres manières, par exemple en insérant un bout de rameau dans une fente pratiquée à l'extrémité d'un autre rameau, et c'est alors la *greffe en fente*.

La greffe est d'un usage courant en horticulture, parce qu'elle améliore beaucoup la qualité des fruits de vergers.

Epines et Aiguillons. — La différence entre ces organes, que l'on trouve sur la tige et les rameaux de plusieurs plantes, c'est que les *épines* sont de tissu dur et ligneux, et tiennent au bois même du végétal, dont on ne peut les détacher qu'en les cassant (Aubépine ou Pommettier, Senellier) ; tandis que les *aiguillons* ne dépendent que de l'écorce et peuvent s'enlever aisément (Rosier).

CHAPITRE IV

LES FEUILLES

La beauté des végétaux dépend presque entièrement de leur feuillage. Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à se rappeler l'aspect désolé que présentent les forêts et les champs, l'automne, après la chute des feuilles et le dessèchement des gazons.— Dans ce chapitre, nous étudierons seulement l'organisation des feuilles. Nous verrons en un autre endroit le rôle essentiel qu'elles jouent dans la vie des plantes.

Les *feuilles* sont des lames, généralement minces, planes et vertes, qui naissent sur les tiges, branches et rameaux des plantes.

Structure.—Quelquefois, comme chez les plantes aquatiques, les feuilles sont submergées, et alors elles ne se composent que de tissu cellulaire, ce qui explique qu'elles sèchent rapidement et se déforment quand elles sont exposées à l'air. Mais pour l'ordinaire elles sont aériennes, et, dans ce cas, leur partie plane se compose encore d'un tissu cellulaire, recouvert cette fois d'un épiderme, et au milieu duquel court tout un treillis de fibres et

de faisceaux, qui se ramifient de plus en plus. Ces faisceaux de fibres et de vaisseaux, qui soutiennent la partie plane de la feuille, se nomment *nervures*. En général, ce sont les feuilles des plantes dicotylédonées (Erable, par exemple) qui offrent cette ramification à l'infini des nervures ; chez les monocotylédones, les nervures sont presque parallèles dans l'étendue de la feuille (Blé d'Inde). Les nervures diminuent de grosseur à mesure qu'elles se ramifient. — Ce qui donne la couleur verte aux feuilles et en général aux parties herbacées des plantes, c'est une matière granuleuse nommée *chlorophylle*, contenue dans les cellules.

L'épiderme est ordinairement plus compact et plus ferme sur la face supérieure de la feuille, et plus terne, moins serré, sur la face inférieure. Cela dépend de ce que cette face inférieure est criblée de petites ouvertures, qui laissent entrer et sortir les gaz dans le tissu foliaire, c'est-à-dire qui laissent *respirer* la feuille. Ces ouvertures, extrêmement fines et invisibles à l'œil, se nomment *stomates*. On dit qu'il y en a environ 200,000 sur la face inférieure d'une feuille de Lilas. Les stomates se rencontrent aussi très souvent, quoique moins nombreux, sur la face supérieure des feuilles, et en général sur les parties vertes des végétaux. Quand ils sont obstrués par la poussière qui les empêche de remplir leur fonction, les plantes deviennent souffrantes. L'un des effets bienfaisants de la pluie, c'est donc de laver les plantes, et par là de dégager les stomates plus ou moins recouverts de poussière.

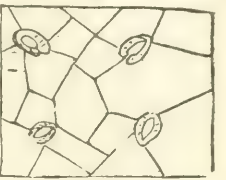


Fig. 142. — Partie (très grossie) de l'épiderme d'une feuille de Lis, où se trouvent 4 *stomates*.

On distingue dans la feuille le pétiole et la limbe.— Le PÉTIOLE est le support de la feuille, ce qu'on nomme souvent la "queue" de la feuille. C'est un faisceau de fibres et de vaisseaux qui sort de la tige et va former le squelette de la feuille, c'est-à-dire l'ensemble de ses nervures. Ordinairement le pétiole est cylindrique ;

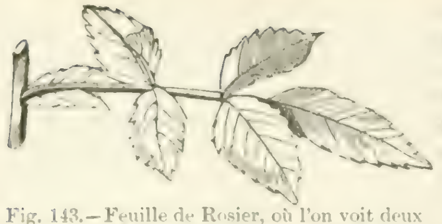


Fig. 143.—Feuille de Rosier, où l'on voit deux *stipules* le long de la base du pétiole.

dans le Tremble, il est aplati et donne davantage prise au vent, ce qui est la cause de l'agitation constante des feuilles de cet arbre. Dans les plantes de quelques familles des dicotylédones, il y a à la base du pétiole deux petites ailes ressemblant un peu à des feuilles: ce sont les *stipules*, bien visibles dans le Rosier. Les feuilles sont dites *sessiles*, quand elles manquent de pétiole et s'attachent au rameau lui-même.—Le LIMBE est cette lame mince à laquelle, dans le langage ordinaire, on donne le nom même de feuille. Le tissu cellulaire qui s'étend entre les *nervures* ou lignes saillantes du limbe, s'appelle *parenchyme*.

FORMES DIVERSES.—Il y a une grande variété dans les caractères de la feuille. Quand son bord est uni de toutes parts, la feuille est dite *entière*; si ce bord est plus ou moins découpé, la feuille reçoit un qualificatif exprimant la découpure qui existe en tel ou tel cas: par



Fig. 144.—Feuille simple (Erable).



Fig. 145.—Feuille composée (Marronnier).

exemple, feuille *dentée* (Orme), *lobée* (Chêne), etc.—S'il s'agit des formes diverses que peuvent avoir les feuilles,

il y a un grand nombre de dénominations pour les désigner. C'est ainsi qu'on dira d'une feuille qu'elle est *aciculaire*, si elle ressemble à une aiguille (Pin); *lancéolée*, si elle a la forme d'une lance (Laurier), etc.—Si le pétiole ne porte qu'une seule feuille, on la désigne sous le nom de feuille *simple* (Erable); et sous le nom de feuille *composée*, si le pétiole supporte plusieurs folioles ou petites feuilles. Suivant la disposition de ces folioles, la feuille est dite *pennée* (Rosier), *digitée* (Marronnier), etc.

Disposition.—Les feuilles ne poussent pas au hasard sur les rameaux. Au contraire, elles se développent à des endroits déterminés, suivant les espèces de plantes, et, en général, toujours aux mêmes points pour une même espèce de plante. Ici encore il y a des qualificatifs pour exprimer l'ordre dans lequel les feuilles sont ainsi insérées sur la tige. Par exemple, elles sont dites *alternes*, si elles sont placées une à une, à des hauteurs diverses

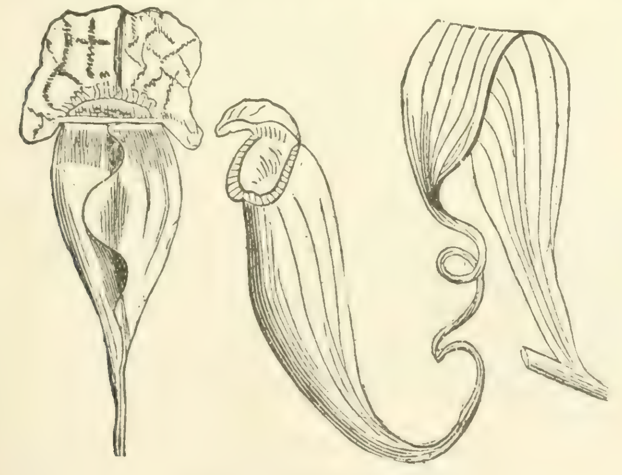


Fig. 146.—Feuilles anormales.

Fig. 146.—A droite, feuille de la *Nepenthes*, plante de Java, qui se termine par une sorte d'urne. La feuille de gauche est celle de la *Sarracénia* de nos savanes, dont le pétiole creusé fait aussi une sorte d'urne.

(Orme) ; *opposées*, lorsqu'elles sont placées deux à deux et vis-à-vis l'une de l'autre (Erable) ; etc.

DURÉE. — Dans notre climat, les feuilles de la plupart des plantes meurent et tombent l'automne. Mais il y a aussi des arbres (Pin, Sapin, etc.) qui gardent leur verdure hiver et été, leurs feuilles anciennes ne tombant que l'une après l'autre et lorsque de nouvelles feuilles se sont déjà formées.

FEUILLES CURIEUSES. — Il y a des feuilles en forme de tubes, comme celles de l'Oignon. — Dans la Capucine de nos jardins, le pétiole s'attache, non à l'un des côtés du limbe, mais au milieu même de la face inférieure des feuilles. — La vignette ci-dessus montre des feuilles à formes bien étranges, l'une de l'île de Java, l'autre de notre pays. — Le Bananier des contrées tropicales a des feuilles de dimensions si grandes, que les indigènes s'en servent pour couvrir leurs demeures.

CHAPITRE V

LES FLEURS

Quand on veut donner l'idée de grâce et de beauté on mentionne les fleurs. Il y a en effet peu d'objets, dans la nature créée, qui l'emportent sur elles en fait d'agréable coloration et de gracieuse élégance. Elles sont le triomphe du règne végétal, qui donne à la terre que nous habitons une ornementation si variée.

La *fleur* est l'ensemble des organes qui concourent à la production des graines, par lesquelles le végétal se perpétuera.

Il y a dans la fleur une partie accessoire, comprenant les enveloppes florales qui sont : le *calice* et la *corolle* ; et une partie essentielle, qui se compose des *étamines* et du *pistil*. Nous étudierons séparément chacun de ces organes floraux.

Calice.—On donne ce nom à la plus extérieure des enveloppes de la fleur. Le calice est généralement de couleur verte et moins grand que la corolle. Il se compose de plusieurs folioles, nommés *sépales*. Lorsque les sépales sont libres, le calice est dit *polysépale* (Renoncule, Géranium); quand ils sont soudés ensemble, de façon à former une espèce de tube, il est *monosépale* (Tabac, Œillet).

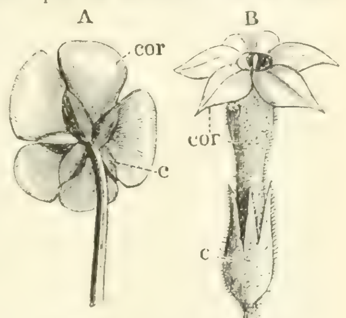


Fig. 147.—Calice et corolle.

Quand tous les sépales sont à peu près semblables, le calice est *régulier*. Mais il ne manque pas de calices *irréguliers*. Tels sont : le calice irrégulier de la Capucine, où trois des sépales, soudés ensemble, forment un éperon, et celui du Pissenlit, qui est sous forme d'aigrette soyeuse. (Ce que l'on nomme vulgairement fleur de Pissenlit est en réalité formé d'un grand nombre de petites fleurs réunies ensemble; chacune de ces petites fleurs est entourée à sa base d'une collerette de filaments soyeux qui est son calice.)

Corolle.—C'est la deuxième enveloppe florale que l'on nomme corolle. Quelquefois elle est verte (Vigne), mais presque toujours elle est revêtue de couleurs plus ou moins brillantes, et souvent elle exhale un parfum suave. Quand on vante la beauté des fleurs, c'est à la corolle que va presque uniquement l'éloge. Il y a pourtant des fleurs dont le calice aussi est coloré (Fuchsia) : dans ce cas, on reconnait la corolle en ce qu'elle est placée au second rang, en dedans de l'enveloppe la plus extérieure.

La corolle (Fig. 147) se compose de folioles nommées *pétales*. Les pétales sont-ils soudés entre eux par leurs

Fig. 147.—A, Fleur de la Renoncule (Marguerite jaune).—B, Fleur du Tabac.—c, Calice polysépale dans la Renoncule, et monosépale dans le Tabac.—cor, Corolle polypétale, dans la première, et monopétale dans la seconde.

bords ? La fleur est dite *monopétale* (Lilas, Tabac). Sont-ils libres, les uns par rapport aux autres ? La fleur est *polypétale* (Rose, Œillet, Giroflée). Enfin, certaines fleurs n'ont pas de corolle, et sont dites *apétales* (Amarante).

Il y a les corolles *régulières*, dont tous les pétales sont semblables (Rose, Géranium, Pomme de terre). D'autres sont *irrégulières*, en ce que leurs pétales diffèrent de forme ou de dimension. Par exemple, les Pois et les Fèves ont des fleurs singulières, ressemblant quelque peu à des papillons. Chez l'Antirrhinum ou Muflier, la corolle divisée en deux lèvres rappelle le museau du veau. Dans le Pissenlit, la corolle de chacune des petites fleurs composant la tête florale n'est qu'une languette jaune qui se projette tout d'un côté.

ÉTAMINES. — Voici l'un des deux organes essentiels de la fleur, que les enveloppes florales (calice et corolle) ont pour rôle de protéger.

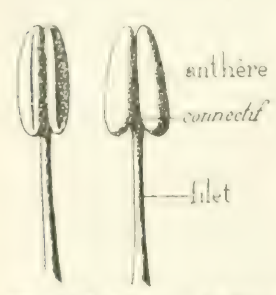


Fig. 148. — Étamine de l'Iris, vue en avant et en arrière.

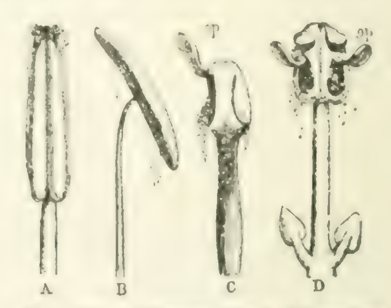


Fig. 149. — Diverses sortes d'étamines dont le pollen s'échappe (par des opercules *op*, dans les deux de droite).

Les étamines ont généralement la forme de filaments ténus, plus ou moins allongés et placés en dedans de la corolle.

On distingue deux parties dans l'étamine : le filet et l'anthère.

1° Le *filet* n'est qu'un simple support, analogue au pétiole de la feuille, et qui sert à soutenir l'anthère. Il y en a de toutes les formes. — Chez un certain nombre de plantes cultivées, le filet a une tendance à s'élargir, au

point de ressembler à la fin à un pétale. C'est là tout le secret des fleurs semi-doubles ou doubles, dans lesquelles une partie seulement ou tous les filets se sont ainsi transformés en pétales colorés. La Rose, qui à l'état sauvage n'a que cinq pétales, devient par la culture la riche fleur double que l'on connaît.

2° L'*anthère* est une sorte de sac, ordinairement partagé en deux loges adossées l'une à l'autre ou séparées par un corps intermédiaire nommé *connectif*.

Dans les cavités de l'anthère, il y a une fine poussière, ordinairement de couleur jaune. Cette poussière, c'est le *pollen*, lequel sort de l'anthère par une fente qui s'y fait ou par des valvules ou opercules qui s'ouvrent (Fig.26).

Le pollen se compose de grains très petits, à formes différentes, d'une plante à l'autre, mais toujours semblables dans une même espèce végétale. Chacun de ces grains, examiné au microscope, paraît revêtu d'une membrane résistante et plus ou moins couverte d'aspérités. A l'intérieur de cette enveloppe se trouve une membrane plus mince, qui contient dans sa cavité une substance mucilagineuse nommée *fovilla*, qui peut s'échapper du grain de pollen par des ouvertures très fines de l'enveloppe extérieure.

Les étamines sont généralement peu nombreuses dans une fleur. N'excédant pas le nombre de vingt chez les monopétales, elles peuvent dépasser la centaine chez les polypétales.

La forme et la disposition des étamines sont aussi variables. Elles sont toujours fixées sur la corolle même, dans les fleurs monopétales (Tabac). Parfois, elles sont de longueurs inégales, comme chez le Muflier, qui en contient deux longues et deux courtes, et dans la Giroflée, où il y en a quatre longues et deux courtes. Parfois, elles sont soudées par leurs anthères (Pissenlit), ou par leurs filets ; et, dans ce dernier cas, leurs filets forment comme un tube (Mauve), ou deux faisceaux distincts (Pois d'odeur), ou plusieurs faisceaux (Millepertuis, Tilleul, Ricin).

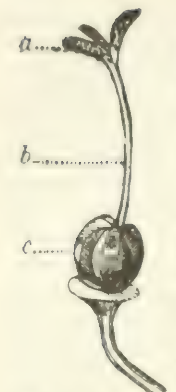


Fig. 150. — Pistil de la Capucine. (a, stigmate; b, style; c, ovaire).

Pistil. — C'est l'organe central de la fleur, celui qui est chargé de former les graines destinées à produire d'autres plantes.

Il y a trois parties dans le pistil : le stigmate, le style et l'ovaire.

1° Le *stigmate* est une sorte de glande qui surmonte le style, et qui sécrète une sorte de gomme, où se fixera le pollen des étamines. Sa forme varie beaucoup : il peut être allongé, sphérique, etc. Il est unique, ou divisé en plusieurs branches. Jamais il ne manque ; mais assez souvent il est *sessile*, c'est-à-dire placé sur l'ovaire même.

2° Le *style* parait n'être que le support du stigmate. En réalité, c'est un tube généralement très effilé, et dans la cavité duquel doit descendre le pollen qui s'est fixé sur le stigmate. Comme il a été dit plus haut, le style manque assez fréquemment, et alors le pollen passe directement du stigmate à l'ovaire.

3° L'*ovaire* est une sorte de cavité plus ou moins arrondie et contenant les *ovules* qui deviendront plus tard les graines. L'ovaire lui-même, lorsqu'il s'est complètement développé, n'est autre chose que le *fruit*.

L'ovaire varie beaucoup de forme, d'une espèce végétale à l'autre. A l'intérieur, il peut ne contenir qu'une seule cavité ou loge, ou en contenir plusieurs séparées par des cloisons ; suivant le cas, il sera dit *uniloculaire*, *biloculaire*, etc.

Les ovules sont des globules destinés à devenir les graines. Par un point de leur surface, nommé *hile*, ils sont attachés à l'ovaire même et reçoivent par là les sucs nourriciers. En un autre point des deux membranes qui en constituent l'enveloppe, se trouve une petite ouverture, nommée *micropyle* par où doit arriver pour la fécondation la fovilla du pollen.

La plupart du temps, l'ovaire est libre au fond des fleurs (Lis). Mais il y a aussi des plantes où il fait partie du calice lui-même et n'est dégagé que par son sommet.

Fleurs irrégulières

Les fleurs, telles que nous venons de les décrire, et possédant tous les organes placés à leur rang, sont dites



Fig. 151.—Fleur du Pissenlit. Fig. 152.—Fleurs du Noisetier.

Fig. 151.—Le Pissenlit appartient à la famille des Composées, ainsi nommées parce que leur tête florale (capitule) comprend un grand nombre de fleurs réunies ensemble. Dans la fleur détachée, à gauche, on remarquera le calice en aigrette, la corolle en forme de languette allongée, les étamines soudées par leurs anthères et formant un tube autour du pistil.

Fig. 152.—A droite, on voit pendre deux chatons, dont les fleurs ne contiennent que des étamines. A gauche, en haut du rameau, sont des fleurs uniquement constituées par des pistils et qui produiront des fruits.

régulières et se rencontrent dans un grand nombre de plantes. L'Œillet, le Géranium, le Pommier en sont des exemples faciles à étudier.

Mais il y a aussi beaucoup de végétaux dont les fleurs s'écartent plus ou moins du type général dont nous avons parlé. Voici quelques exemples de ces irrégularités.

Pour laisser de côté les singularités de formes que peuvent offrir certains organes, disons d'abord qu'il y a des fleurs auxquelles il manque ou le calice, ou la corolle, ou l'une et l'autre de ces enveloppes florales. Dans les Boules-de-neige, les fleurs n'ont ni étamines, ni pistil. Dans le Bouleau, la Citrouille, etc., certaines fleurs n'ont que les étamines, et d'autres n'ont que le pistil, ces fleurs incomplètes se trouvant sur un même pied; tandis que dans le Chanvre, le Saule, le Peuplier, etc., tel pied porte des fleurs à étamines, et tel autre n'a que des fleurs à pistil. L'Erable à sucre offre une autre irrégularité : il produit des fleurs régulières ou parfaites et en même temps des fleurs manquant d'étamines ou de pistils.

Enfin, il y a toute une grande division du règne végétal où les plantes n'ont pas de fleurs. Toutefois le Créateur a pourvu ces végétaux aussi de moyens de se propager. A-t-on remarqué ces rangs alignés de points bruns qui existent sur la face inférieure des feuilles de Fougère? Ces points bruns sont de petits sacs contenant, lorsqu'ils sont mûrs, une poussière dont les grains, nommés *spores*, tombent à terre et y produisent de nouveaux pieds de Fougère. Voilà, d'une façon sommaire, comment se reproduisent aussi les Prêles (Queue de rat, de cheval), les Lycopodes, les Mousses, les Hépatiques, les Lichens, les Champignons, les Varechs. Toutes ces plantes, à cause de leur mode de propagation, sont dites *cryptogames*.

Inflorescence

Pour compléter ce sujet de la floraison, il convient de dire quelques mots de l'*inflorescence*, mot qui désigne la manière dont les fleurs sont disposées sur les rameaux. Voici les inflorescences les plus connues :

L'*épi*, où les fleurs sont presque sessiles sur l'axe qui les porte (Plantain, Blé);

La *grappe*, où les fleurs sont portées par de petits pédicelles (petits supports) fixés le long de l'axe principal (Gadellier);

L'*ombelle*, où les pédicelles, plus ou moins longs, s'élèvent à la même hauteur en s'écartant comme les rayons d'un parasol (Primevère, Carotte, Persil);

Le *chaton*, épi tout couvert de petites écailles, et qui ne porte que des fleurs à étamines ou des fleurs à pistil (Saule, Bouleau);

Le *cône*, chaton à grandes écailles (Pruche, Pin, Sapin);

Le *capitule*, où les fleurs sessiles sont toutes réunies de façon à former une seule tête (Soleil, Dahlia, Reine-Marguerite, Pissenlit).

CHAPITRE VI

LES FRUITS

Tout, dans le végétal, est dirigé vers l'épanouissement de la fleur, qui est son triomphe au point de vue de la beauté. Mais, dans la fleur, tout est dirigé vers la production du fruit, que l'on peut considérer comme l'objet principal de l'existence de la plante.

Quand le pollen des étamines a rempli son rôle dans l'ovaire, les enveloppes florales se dessèchent, et toute la sève est désormais utilisée pour le développement du fruit.

L'ovaire fécondé et mûri, c'est ce qu'on nomme le *fruit*. Le fruit se compose des *graines*, qui sont les ovules mûrs, et de leur enveloppe nommée *péricarpe*. Tout ce qui, dans le fruit, n'est pas la graine, appartient au péricarpe.

1° Le péricarpe

On distingue, dans le péricarpe, trois parties : l'épicarpe, le sarcocarpe et l'endocarpe, qui varient beaucoup, suivant les espèces de plantes, par leur consistance, leur couleur et leur épaisseur.

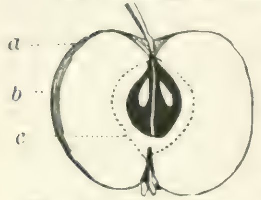


Fig. 153.—Coupe d'une Pomme.

1° L'*épicarpe*, nommé communément la *peau* du fruit, est la membrane la plus extérieure. Dans la Cerise, la Pomme, la Pêche, la Prune, l'épicarpe est la peau qu'on enlève avant d'utiliser le fruit.

2° Le *sarcocarpe* (ou mésocarpe) est la partie du fruit placée immédiatement sous l'épicarpe. Dans les fruits charnus, il se développe plus ou moins et constitue la chair ou la pulpe du fruit. Par exemple, la chair de la Pomme, du Melon, de la Pêche, etc., est le sarcocarpe de ces fruits ; tandis que dans l'Orange le sarcocarpe est la partie intérieure et spongieuse de l' "écorce" ou peau.

3° L'*endocarpe* est la membrane, mince et souvent écailleuse, qui tapisse la partie intérieure du fruit, où se trouve la graine. Dans la Pomme, l'endocarpe se compose des sortes d'écailles qui entourent les Pépins. Dans l'Orange, c'est la membrane délicate qui recouvre la partie comestible de ce fruit. Dans la Prune, la Noix, la Cerise, l'endocarpe est devenu ligneux et constitue le noyau de ces sortes de fruits.

Dans certains fruits, comme le Blé, le péricarpe est difficile à distinguer, tant il est mince et tellement il adhère à la graine elle-même.

Il y a aussi des fruits, comme la Fraise, où la partie succulente et comestible n'est que le *réceptacle* (sommet du pédoncule, où sont attachées les différentes parties de la fleur) qui a pris beaucoup de développement. Les

---

Fig. 153.—*a*, l'épicarpe ;—*b*, le sarcocarpe ;—*c*, l'endocarpe.

petits grains noirâtres, que l'on voit à la surface de la pulpe, sont les véritables fruits du Fraisier et contiennent les graines.

2° La graine

Les graines ne sont que les ovules développés et mûris. Comme a dit Linnée, elles sont des sortes d'œufs végétaux qui, après avoir passé un certain temps dans la terre, donnent naissance à des plantes semblables à celles qui les ont produites elles-mêmes.

On distingue deux parties dans la graine : l'épisperme et l'amande.

1° L'*épisperme* est l'enveloppe extérieure de la graine. En réalité, cette enveloppe se compose de deux membranes soudées ensemble, qui étaient primitivement les deux membranes de l'ovule.—Dans la mouture du Blé, c'est l'épisperme moulu avec le péricarpe qui constitue le son.

2° L'*amande* comprend tout l'intérieur de la graine. Elle se compose parfois de deux parties : l'*albumen* et l'*embryon*, parfois de l'embryon seulement.

a
b

Fig. 154 – Un grain de Seigle fendu en deux. [*a*, épisperme ; *b*, embryon.]

L'albumen, formé de tissu cellulaire, est regardé comme une réserve destinée à nourrir l'embryon lorsque la germination le fera développer, et jusqu'à ce que la nouvelle plante soit en état de puiser elle-même dans le sol les sucs nourriciers. Dans le Blé, l'Avoine et les autres céréales, c'est l'albumen qui constitue presque tout le grain et qui moulu donne la farine. —Mais il ne manque pas de graines où l'albumen n'existe pas et où l'embryon forme à lui seul toute l'amande.

L'embryon est, en dimensions très restreintes, la petite plante qui doit sortir de la graine, lorsqu'elle germera. On peut arriver à y reconnaitre, au moins dans les graines les plus parfaites, une racine et une tige en miniature, et deux lobes ou *cotylédons*, qui sont des feuilles souvent fort épaisses et qui sortent les premières du sol lorsque

la graine a germé. C'est d'après ces cotylédons que l'on partage les plantes en trois catégories : les dicotylédones, où ils sont au nombre de deux, les monocotylédones, où il n'y en a qu'un seul, et les acotylédones, où il n'y en a aucun.

Les graines des acotylédones. — On nomme *spores* les graines des acotylédones, qui comprennent un grand nombre de plantes, Fougères, Champignons, Mousses, Lichens, etc. Les spores n'ont aucune ressemblance avec les graines que nous venons de décrire et qui permettent aux dicotylédones et aux monocotylédones de se propager. Ainsi elles ne sont pas contenues dans ce qu'on peut appeler des fruits. On ne saurait non plus y reconnaître d'organes distincts comme dans les graines proprement dites. Ce qui constitue la spore, c'est une seule cellule végétale ou la réunion de plusieurs cellules, à qui le Créateur a donné la faculté de produire d'autres cellules et à la fin un autre végétal semblable à celui qui les a produites elles-mêmes. C'est de cette façon que se développent les spores ou germes du Charbon, des Levûres, des Moisissures, les Microbes et Bactéries en général, de même que les acotylédonées supérieures, qui sont les Fougères, Mousses, etc.

Maturité des fruits.— Lorsque le fruit se détache lui-même de la plante, c'est un signe certain que les graines qu'il contient sont parvenues à maturité. Mais il y a des plantes, comme la Citrouille et le Concombre, où le fruit reste attaché à la plante, et, à l'état naturel, devrait pourrir sur place pour libérer les graines. En général, les graines des fruits charnus, Pomme, Prune, etc., et plusieurs fruits secs, comme le Gland, ne pourraient, sans le concours de l'homme, devenir libres que par un procédé de ce genre. Ces fruits sont dits *indéhiscents*, ce qui signifie qu'ils ne s'ouvrent pas pour laisser échapper leurs graines.

On nomme fruits *déhiscents*, ceux qui s'ouvrent d'eux-mêmes pour laisser sortir les graines. C'est le cas ordinaire des fruits secs. Généralement, ils s'ouvrent lentement et à mesure qu'ils se dessèchent (Pensée,

Ancolie). Mais il y a quelques plantes, comme la Balsamine, dont les fruits s'ouvrent brusquement et lancent par là-même les graines à une assez grande distance.

Formes des fruits.— Outre les désignations de fruits secs ou charnus, simples ou composés, déhiscents ou indéhiscents, il y a encore, si l'on ne considère que leurs formes, beaucoup d'autres sortes de fruits dont voici les principales :

La *silique* : fruit sec, à deux compartiments séparés par une cloison à laquelle les graines sont fixées (Giroflée, Chou, Rave).

La *gousse*, fruit sec, à deux valves sur chacune desquelles sont attachées les graines (Pois, Haricot).

La *drupe*, fruit charnu, dont le noyau, contenant la graine, est pierreux (Cerise, Prune).

La *baie*, fruit charnu, sans noyau et où les graines sont dans la pulpe (Gadelle, Raisin).

Le *cône* est formé d'écailles serrées les unes sur les autres le long d'un axe, et portant les graines à leur base. C'est le fruit des arbres résineux.

Par manière de curiosité, nous ajouterons qu'on nomme : *cariopse*, le fruit du Blé ; *akène*, celui du Soleil ; *samare*, celui de l'Erable, de l'Orme, du Frêne ; *pixide*, celui du Plantain ; *Gland*, celui du Chêne ; *capsule*, celui du Pavot ; *péponide*, celui de la Citrouille, du Concombre ; *mélonide*, celui du Pommier, du Poirier ; *sorose*, celui de l'Ananas.

Dissémination des graines. — Si toutes les graines produites par une plante tombaient et restaient autour d'elles pour y germer et produire chacune une plante nouvelle, ces masses de végétaux croissant ensemble en un endroit déterminé s'étoufferaient mutuellement, et certaines espèces végétales courraient grand risque de s'éteindre par cette cause, et aussi parce que s'étant trop localisées en tels ou tels lieux elles pourraient facilement y périr par accident. La prévoyance du Créateur a su écarter ces périls de disparition des végétaux.

Il y a d'abord le concours de l'homme, qui contribue si puissamment à la très large dissémination des plantes,

par ses fréquentes migrations de contrées en contrées, établissant partout des cultures nouvelles.

Les oiseaux aussi jouent un rôle considérable dans cette dispersion des végétaux : car il y a des graines dont les enveloppes sont assez dures pour qu'un certain nombre au moins puissent passer dans leur appareil digestif sans être digérées, et sans perdre par conséquent la faculté de pouvoir produire des plantes nouvelles, souvent à une grande distance de leur lieu d'origine.

D'autres animaux emportent au loin certaines graines qui, par les sortes de griffes ou crochets dont elles sont munies, s'attachent à leurs poils. On peut encore signaler les amas de graines que réunissent en des endroits divers beaucoup de petits animaux, et dont sans doute quelques-unes arrivent à se développer.

Les ruisseaux et les rivières sont aussi d'excellents moyens de transport pour une foule de graines qui ont mûri sur leurs rives.

Le rôle des vents est encore plus manifeste dans cette œuvre de la dispersion des graines, surtout de celles qui sont pourvues de petites ailes ou de touffes fines et soyeuses. Tout le monde a vu, par exemple, voltiger dans l'air les graines à houppes du Pissenlit. Quand il s'agit, surtout, des spores des plantes acotylédones, qui ne sont qu'une fine poussière, on peut imaginer si au moindre souffle elles se répandent partout.

Enfin, il y a des plantes, comme la Balsamine, dont les fruits parvenus à maturité s'ouvrent d'eux-mêmes et si brusquement que leurs graines sont lancées dans toutes les directions.

D'autre part, et pour terminer ce sujet, il faut mentionner l'abondance de graines que produisent ordinairement toutes les plantes. Cette abondance est telle que, même dans le cas de destruction du plus grand nombre, il en reste toujours quelques-unes pour profiter de conditions favorables et donner naissance à des plantes qui porteront graine à leur tour. C'est ainsi que de toutes façons Dieu assura la perpétuité de son œuvre admirable

du règne végétal, qui n'est pourtant qu'un détail dans la constitution de l'immense univers.

UTILITÉ DES FRUITS.—Les fruits ont une grande importance dans l'alimentation du genre humain. Par exemple, quel rôle ne jouent pas les Céréales dans la nourriture des peuples, de même que, en certains pays, les fruits du Cocotier et du Bananier ?

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

Dans la première partie de ce traité de Botanique, nous avons étudié l'organisme végétal. Nous y avons vu de quelle façon est constituée intimement la substance même des plantes; et nous avons acquis la connaissance des divers organes qui permettent au végétal d'assurer son existence. Mais l'étude que nous abordons ici est encore beaucoup plus intéressante, puisqu'elle consiste à voir comment fonctionnent ces organes; en d'autres termes, il s'agit ici d'étudier la plante vivante, et de connaître par quels phénomènes elle remplit ses fonctions d'être vivant. L'étude de la vie végétale, tel est donc en Botanique l'objet de la Physiologie.

CHAPITRE I

LA GERMINATION

On peut dire que la graine contient en réserve la vie végétale: celle-ci y reste dormante plus ou moins longtemps, jusqu'à ce que des circonstances favorables se présentent, comme pour l'éveiller de son sommeil. Cette attente ou cette léthargie peut durer, suivant les espèces de plantes, des mois, des années ou des siècles. Mais, si le retard des " circonstances favorables " se prolonge trop, la vie s'éteint, et la graine ne peut plus se développer, c'est-à-dire germer, même si elle s'est conservée dans un état apparemment sain.

On entend par *germination* le développement de la graine en un nouvel individu végétal. Elle comprend la série successive des phénomènes qui accompagnent la transformation de l'embryon de la graine en végétal capable de poursuivre sa vie par lui-même, c'est-à-dire de s'accroitre, de fleurir et de produire des graines,

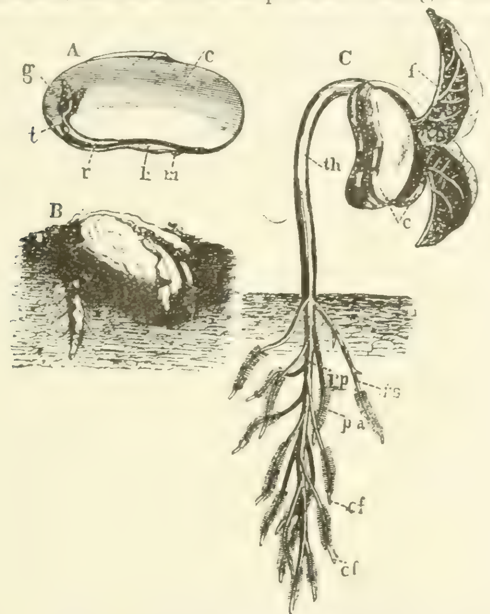


Fig. 155.—Germination d'une Fève.

Fig. 155.—A, moitié de Fève, sur le dessus de laquelle on voit un reste de peau (épisperme) ;—*c*, l'un des deux lobes ou cotylédons ; *r*, petite racine (radicule) de l'embryon ; *t*, petite tige (tigelle) de l'embryon ; *g*, bourgeon terminal (gemmule) de la petite plante.—B. la germination est commencée. On voit à gauche la radicule qui s'enfonce déjà dans le sol, et à droite la gemmule qui s'échappe d'entre les cotylédons.—C, fin de la germination. La tigelle (*th*) a poussé jusqu'en dessus du sol, entraînant les deux cotylédons *c* ; la gemmule a développé deux feuilles *f* en dehors des cotylédons. D'autre part, la radicule s'est changée en racine principale *rp*, d'où partent déjà des racines secondaires *rs* ; toutes ces racines secondaires (ou radicelles) sont couvertes de poils dits absorbants *pa*, et terminées par un petit capuchon dit coiffe, *cf*, et destiné à les protéger lorsqu'elles s'allongent dans le sol.

Il serait facile à chacun de se rendre compte par ses propres yeux des phénomènes de la germination. Il n'y aurait pour cela qu'à prendre une graine de Haricot (Fève), et à la mettre dans la terre humide, sous une température tiède. En observant de jour en jour les changements que subirait cette graine, on serait bien renseigné sur les phénomènes de la germination, au bout des trois ou quatre jours que durerait l'expérience.

Mais au cas qu'une telle expérience soit peu praticable au lecteur, il pourra acquérir les mêmes notions en examinant soigneusement les détails de la vignette N° 155, où l'on voit représentées très clairement les diverses phases de la germination d'une Fève (ou graine de Haricot). En faisant le commentaire de cette gravure, nous nous trouverons à décrire en même temps les phénomènes de la germination.

1° En A, on voit par le dedans la moitié d'une Fève. Du côté gauche de l'amande, se trouvent en petit, et déjà formées, les parties de la plante future, dont l'ensemble constitue l'*embryon* : ce sont la *radicule*, *r*, qui deviendra la racine ; la *tigelle*, *t*, qui deviendra la tige ; et la *gemmule*, *g*, bourgeon qui se développera en produisant les feuilles et les fleurs.

Qu'on laisse cette graine au sec ou au froid, et elle restera comme elle est, avec son embryon ou germe en léthargie.

C'est que, pour qu'une graine germe ou entre en activité, il lui faut être placée sous l'action de : 1°, l'*humidité*, qui amollit ses enveloppes et dissout les substances qu'elle contient, de façon à former déjà un commencement de liquide nutritif, qui déterminera la poussée de la radicule (qui est le premier à s'éveiller, des organes de l'embryon) ; 2°, l'*air*, dont l'oxygène agit sur les matières nutritives de la graine, et les rend propres à nourrir la petite plante, qui ne peut encore recevoir du dehors les sucs nutritifs ; 3°, la *chaleur*, dont un certain degré (de 0° à 50° cent.) est nécessaire pour toute activité vitale, chez les animaux comme chez les végétaux.

Nous supposons que ces trois conditions existent pour la Fève de notre gravure, placée dans le sol. Aussi :

2° En B, elle se met à " germer ", c'est-à-dire que, sous l'influence de l'air, de la chaleur et de l'humidité, elle se gonfle d'abord, par la multiplication des cellules qui commence tout de suite ; alors l'enveloppe de la graine se déchire, la tigelle s'allonge en poussant la gemmule et en écartant les deux cotylédons, pendant que la radicule s'allonge aussi de son côté et s'enfonce déjà dans la terre, pour devenir la racine principale.

3° La partie C de la vignette nous montre où en sont rendues les choses le troisième ou le quatrième jour. La tigelle (devenue la tige, *th*) est sortie du sol, entraînant avec elle les deux cotylédons, *c*, d'entre lesquels sortent déjà deux feuilles vertes, *f*. D'autre part, la racine principale, *rp*, a produit de tous côtés des racines secondaires, *rs*, couvertes de poils absorbants, *pa*, dont le rôle est de pomper les sucs nourriciers. Toutes ces radicelles portent à leur extrémité ce que l'on appelle une *coiffe*, qui est un petit capuchon destiné à les protéger à mesure qu'elles avancent dans le sol.

Dès lors, notre petite plante est en état de puiser sa nourriture dans l'air et dans la terre ; aussi l'on voit bientôt se flétrir et se dessécher les deux cotylédons, qui jusque-là lui ont fourni les substances nutritives nécessaires à son développement.

Tels sont les phénomènes qui se passent dans la germination de toutes les graines : excepté que, 1°, chez certaines plantes, les cotylédons ne sortent pas du sol, comme c'est le cas dans la germination du Gland ; excepté que, 2°, chez les plantes monocotylédones, l'embryon ne possédant qu'un seul cotylédon, il n'apparaît d'abord qu'une seule feuille en dehors du sol : c'est ce que l'on peut constater lorsque " lèvent " le Blé, l'Avoine, etc.

Le temps que les graines mettent à sortir de terre varie d'une espèce à l'autre : depuis deux jours pour le Blé et le Seigle, jusqu'à quarante jours pour le Persil, jusqu'à une année pour le Noyer, et deux ans pour le Noisetier.

Chez les acotylédones ou *cryptogames*, qui n'ont pas de fleurs, la propagation des espèces ne se fait pas par des graines véritables, qu'elles ne produisent pas, mais par des *spores*, ainsi que nous l'avons dit. Ces spores, qui sont de petites cellules riches en matière nutritive, sont emportées par les vents à l'état de poussière légère, et tombées sur un sol humide y produisent une lame verte, nommée *prothalle*. Sur ce prothalle, il se forme des sortes d'*œufs végétaux* ; ces œufs vivent d'abord aux dépens du prothalle, et finissent par acquérir racine, tige et feuilles, c'est-à-dire par devenir des plantes complètes. C'est ainsi que, d'une façon générale, se fait la germination, ou plutôt la production de plantes nouvelles, chez les Fougères, les Prêles, les Lycopodes, les Mousses.

CHAPITRE II

LA NUTRITION

Le fonctionnement de l'organisme végétal ressemble par beaucoup de points à celui de l'organisme animal. Notamment l'un comme l'autre ont besoin, pour entretenir leur vie et pour s'accroître, de recevoir fréquemment, des milieux qui les entourent, des substances nutritives qu'ils transforment ensuite en leur propre substance. On appelle précisément NUTRITION cette fonction par laquelle le végétal puise dans l'air, dans l'eau ou dans la terre les aliments qui lui sont nécessaires, et se les assimile ou se les incorpore pour l'entretien de sa vie et le développement de ses organes.

Il importe avant tout d'observer que les végétaux ne prennent jamais d'*aliments solides*. Constitués comme ils le sont, ils ne peuvent introduire dans leur organisme que des substances liquides ou gazeuses. L'eau des neiges et des pluies et les gaz de l'air produisent dans le sol des composés où il entre du carbone, de la potasse, de la silice, du phosphore, etc., et ces composés pénètrent, à l'état

liquide dans les cellules des racines. On voit par là que le but du labour est d'ameublir le sol, pour permettre à l'air et à l'eau d'y pénétrer, et d'y préparer les aliments de la vie végétale.

Successivement et brièvement, nous allons décrire les actes dont se compose la nutrition chez les végétaux, et qui ne manquent pas d'avoir une certaine analogie avec ceux de la nutrition animale.

L'*Absorption*, la *Circulation*, la *Transpiration*, la *Respiration*, l'*Assimilation* : tels sont les actes principaux de la nutrition.

ABSORPTION.—Les feuilles et en général les parties vertes des plantes prennent directement dans l'air de la vapeur d'eau et différents gaz qui se trouvent dans l'atmosphère. Il y a même des plantes presque dépourvues de racines et qui ne se nourrissent et ne se développent qu'au moyen des substances qu'elles recueillent ainsi dans l'air.

Mais,chez la plupart des végétaux,c'est principalement par les racines que les substances nutritives pénètrent dans l'organisme végétal. Et encore, dans les racines, il n'y a que les *poils absorbants* (Fig. 130) des radicelles, qui laissent ainsi entrer les sucs nourriciers, sans doute parce que leur tissu plus nouveau n'est pas encore incrusté de matières solides. Quand on transplante des arbres ou autres plantes, il importe donc de conserver aux racines leur chevelu ou l'ensemble de leurs radicelles.

Ce n'est pas tout de dire que les végétaux *absorbent*, c'est-à-dire puisent dans le sol les substances nutritives dont elles ont besoin et qui s'y trouvent dissoutes dans l'eau qui humecte la terre ; il faut aussi savoir comment ce liquide nutritif pénètre ainsi dans le végétal, composé de cellules et de vaisseaux qui sont clos de toutes parts. Comment donc se fait l'absorption ?

C'est par *endosmose* que l'eau du sol pénètre dans les cellules des *poils absorbants* des racines.—Si l'on plonge dans l'eau pure une vessie partiellement remplie d'un liquide mucilagineux, on constatera que dans peu d'heures l'eau pure aura passé à travers la membrane de la vessie

pour se mêler au liquide mucilagineux et le rendre plus clair. Le même phénomène se produit chaque fois qu'un liquide plus dense n'est séparé d'un liquide moins dense que par une membrane organique ; le moins dense passe à travers la membrane, tant que les deux liquides ne sont pas devenus d'une densité égale. C'est ce phénomène que l'on nomme "endosmose".—Eh bien, voici les cellules des *poils absorbants* qui contiennent un suc plus ou moins épais ; seule la membrane organique des parois des cellules sépare ce suc assez dense de l'eau contenue dans le sol. L'eau doit donc pénétrer d'elle-même dans les cellules extérieures des poils absorbants. Puis ce même phénomène agit de même façon, à l'intérieur, de cellule à cellule, et jusqu'à ce que le liquide nourricier, d'abord puisé dans le sol, arrive aux vaisseaux de la racine.

Comment le liquide nourricier (autrement dit, la sève) peut-il monter dans la tige, jusqu'à l'extrémité des branches et des rameaux, qui parfois s'étendent jusqu'à deux ou trois cents pieds du sol ? On a coutume, entre autres causes de ce mouvement de la sève, de mentionner l'endosmose, phénomène précédemment expliqué, et la *capillarité*, qui consiste en ce que les liquides ont une tendance à se répandre, même en montant, dans les tubes capillaires ou d'un très faible diamètre. C'est en vertu de ce phénomène que l'huile monte dans une mèche qui ne trempe pourtant dans l'huile que par l'une de ses extrémités. Puis, il y a surtout la transpiration qui se

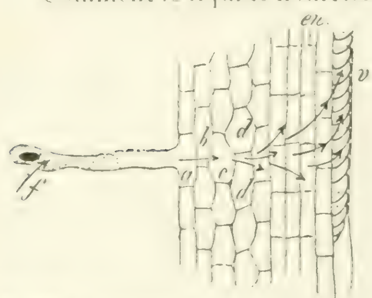


Fig. 156.—Comment se fait l'absorption.

Fig. 156.—Cette vignette représente, avec un fort grossissement, une portion de radicelle, dont la cellule *a* porte un poil absorbant. Par l'extrémité *f* de ce poil, le liquide du sol pénètre dans la cellule *a*, puis dans les cellules voisines *b*, *c*, *d*, etc., et enfin dans l'un, *v*, des vaisseaux de l'intérieur de la racine.

fait dans les feuilles, et qui produit dans les cellules des tissus avoisinants un vide qui tend à se combler en attirant les sucs du bas de la tige. Enfin, il faut tenir compte de la mystérieuse force vitale qui préside à tous les phénomènes dont la matière organique est le siège. Dans un animal ou un végétal mort, le sang ni la sève ne sont plus en mouvement.

Circulation.—Nous avons dit comment l'eau du sol, contenant plus ou moins de matières nutritives, pénètre dans les racines par les poils absorbants. Il faut ajouter que l'extrémité des racines est acide, et douée par conséquent de la faculté de dissoudre la silice, différents composés de chaux et de magnésie, et diverses autres substances propres à nourrir les végétaux.

En outre, nous venons de voir que, par l'action de certaines causes, les liquides puisés par les racines et parvenus dans les vaisseaux s'y élèvent peu à peu dans la tige et vers les feuilles. C'est uniquement par les vaisseaux de la tige que monte ainsi la sève provenant des racines, et qui est dite sève brute, parce qu'elle n'a subi encore aucun changement considérable dans sa composition.

On compare la sève de la plante au sang de l'animal. Il y a en effet quelque ressemblance entre ces liquides nourriciers, au moins pour ce qui est de leur circulation dans l'organisme. Seulement, si dans les animaux supérieurs le sang revient à son point de départ et se trouve l'objet, par conséquent, d'un mouvement d'aller et de retour, la sève qui est douée aussi d'un pareil mouvement d'aller et de retour ne redescend qu'en très faible partie jusqu'à la racine, qui fut son point de départ.—Il y a donc dans la sève un mouvement d'ascension, et un mouvement de diffusion.

1 Le mouvement d'ascension ne concerne que la *sève brute*. A peu près nul en hiver, surtout dans notre climat, c'est au printemps qu'il est le plus actif, lorsque les bourgeons se développent ; alors, en effet, l'accroissement rapide des rameaux et des feuilles exige un apport considérable de substances nouvelles. Aussi, quand les

feuilles ont atteint leur parfait développement, cette ascension de la sève diminue beaucoup d'activité.

2° La sève brute, partie des racines, finit par arriver dans les feuilles. Comme nous le verrons un peu plus loin, elle y subit des transformations importantes, et devient la *sève élaborée*. Cette sève élaborée est alors l'objet du mouvement de DIFFUSION, par lequel elle s'en va dans toutes les directions, en circulant surtout par les vaisseaux du liber (portion de la tige située entre l'écorce et le bois), et formant deux courants principaux : l'un qui se dirige vers les racines, l'autre vers le sommet de la tige et des rameaux, pour enrichir toutes les parties de la plante des substances nutritives contenues dans ce liquide précieux, et activer par là le développement du végétal : car c'est grâce à cette sève élaborée que se forme chaque année la couche nouvelle de bois entre l'écorce et l'aubier.

TRANSPIRATION. —Quand on dit que le végétal transpire, on veut faire entendre qu'il dégage de la vapeur d'eau dans l'air. Ce dégagement de vapeur d'eau se fait surtout par les parties vertes de la plante, c'est-à-dire par la tige même chez les plantes herbacées, les Asperges, les Cactées, etc., et principalement par les feuilles, chez toutes les plantes. On a remarqué que la transpiration des feuilles est beaucoup plus active à la lumière que dans les ténèbres ; en outre, plus la feuille est mince et plus il s'y trouve de stomates, plus aussi la transpiration est considérable. — Pour donner une idée de l'énorme dégagement de vapeur d'eau qui se produit chez les végétaux, nous dirons qu'on a calculé qu'un Chêne portant 700,000 feuilles perd, en une période de cinq mois, 222,450 livres d'eau. Cette déperdition doit être compensée par la quantité d'eau puisée dans le sol par les racines. Les pluies, et à leur défaut les arrosages, sont donc indispensables à la vie des plantes.

RESPIRATION ET ASSIMILATION. — Comme les animaux, les plantes ont besoin d'oxygène pour vivre. Par leurs racines, leur tige et leurs feuilles, elles absorbent l'oxygène de l'air, et dégagent de l'acide carbonique. Cet

échange de gaz, entre l'air et le végétal, constitue chez les plantes la fonction de RESPIRATION. Elle s'exerce constamment, nuit et jour.

D'autre part, *à la lumière* seulement, toutes les parties vertes de la plante, mais principalement les feuilles, absorbent du gaz carbonique, pris dans l'air, le décomposent, rejettent l'oxygène qu'il contient et s'incorporent le carbone, qui s'unit aux substances contenues dans la sève brute, pour former l'amidon, les sucres, et autres principes nutritifs. On donne le nom d'ASSIMILATION à cette fonction par laquelle le végétal absorbe le carbone de l'air, en dégageant l'oxygène (qui, uni au carbone, constituait le gaz ou acide carbonique de l'air).

En un mot, durant la nuit, la plante perd du carbone; mais à la lumière, c'est-à-dire durant le jour, elle en gagne beaucoup plus qu'elle n'en a perdu, et son accroissement de substance est alors considérable.

La sève — Le sucre d'érable

Nous allons résumer dans le présent article tout ce qu'il importe de savoir touchant la sève.

La sève joue dans le végétal à peu près le même rôle que le sang chez l'animal, sans être pourtant d'une importance aussi capitale que l'est le liquide sanguin pour maintenir la vie animale.

Les racines puisent dans le sol les liquides nutritifs qui s'y trouvent, et dissolvent certaines matières solides, qui y sont aussi, pour les absorber. Telle est l'origine du liquide qui circule par tout le végétal et que l'on nomme *sève*. Dès son entrée dans les cellules de la racine, ce liquide y subit une certaine transformation, de sorte que, en définitive, la sève se compose d'une grande quantité d'eau à laquelle sont incorporées telles ou telles substances, suivant les diverses espèces de plantes. La sève est donc de composition plus ou moins différente d'une espèce à l'autre.

Des cellules extérieures, la sève passe dans les vaisseaux de la racine, qui la transmettent aux vaisseaux de

la tige ; et peu à peu elle parvient jusque dans les feuilles. Elle est dite alors *sève brute*, bien qu'elle ait subi déjà des transformations dans la racine même.

Dans les feuilles, la sève brute se trouve en présence des gaz qu'elles ont absorbés de l'atmosphère. Grâce à l'action de ces gaz sur les substances déjà contenues dans la sève et sous l'influence de la lumière, la sève brute subit de profondes modifications, qui aboutissent à la formation de nombreux composés organiques, lesquels sont, suivant les espèces végétales : la glucose, la saccharose, la cellulose, l'amidon, des huiles, des gommes, des mucilages, etc. La sève ainsi modifiée est dite *élaborée*.

La sève élaborée est un liquide épais et visqueux, d'un grand pouvoir nutritif. Ce liquide s'engage dans les cellules et s'étend partout de l'une à l'autre ; mais il passe surtout entre l'écorce et le bois et y forme une couche ligneuse nouvelle ; il monte ainsi d'une part, jusqu'à l'extrémité de la tige et de ses branches, et descend, d'autre part, jusqu'aux racines.

Ce mouvement ascensionnel de la sève brute et de diffusion de la sève élaborée ne se produit que durant la saison dite de végétation. Durant l'hiver, en général, la sève est inactive.

L'ascension de la sève brute est particulièrement abondante au printemps. Si l'on pratique alors des incisions ou entailles jusqu'au tissu ligneux des arbres, la sève coule au dehors, comme ferait le sang d'une blessure. Voilà le principe ou le fait d'où procède notre industrie nationale du "sucre d'érable".

L'"eau d'érable" n'est autre chose que la sève ascendante, qui existe bien avant le développement des feuilles, puisqu'elle se trouve dans l'Erable dès les mois de mars et d'avril. Comme il n'y a pas alors de feuilles, aucune évaporation ne peut se produire ; et tout ce que les racines puisent dans le sol reste dans l'arbre, dont les vaisseaux et les cellules se trouvent alors comme gorgés de sucs arrivant sans interruption des racines. On comprend bien, dès lors, pourquoi l'"eau d'érable" est si abondante, au printemps.—Si les Erables "coulent" beaucoup plus

après une gelée nocturne un peu forte, cela paraît dû à ce que, sous l'action du refroidissement du contour de l'arbre, le mouvement ascensionnel de la sève s'est ralenti durant la nuit ; mais la sève, continuant toutefois d'être fournie par les racines, s'est comme accumulée dans les vaisseaux intérieurs du tronc, et se met à couler au dehors plus abondamment lorsque, par l'élévation de la température extérieure, au matin, cesse la contraction que le froid avait produite sur les couches du contour de l'arbre.—Pourquoi y a-t-il une si forte proportion de sucre dans l'"eau", c'est-à-dire dans la sève ascendante de l'Erable ? Dans sa montée, la sève ascendante se mêle, dans les cellules et les vaisseaux, à la sève élaborée qui y est restée de l'année précédente. L'un des composés que produit l'élaboration de la sève, dans l'Erable, étant le sucre, on voit que l'"eau d'érable" ne peut qu'être plus ou moins sucrée.

Pour ce qui est de la fabrication même du sucre d'érable, elle consiste simplement à faire bouillir l'eau recueillie des incisions pratiquées, au printemps, dans le tronc des Erables. Au cours de cette ébullition, l'eau s'échappe du liquide sous forme de vapeur. Et à mesure que la proportion d'eau y diminue, ce liquide devient d'abord du sirop, et à la fin, du sucre cristallisé. Dans la dernière période de la coulée des Erables, l'eau contient une plus forte proportion de glucose, et ne donne plus qu'un produit de consistance pâteuse, dit "sucre de sève".—Un seul arbre peut donner, en une saison, jusqu'à 20 livres de sucre.

CHAPITRE III

DE LA FÉCONDATION

Tous les phénomènes qui composent la vie d'une plante ont pour but, direct ou indirect, la production des graines destinées à fournir des plantes semblables. Mais c'est

dans la fleur que se préparent les graines par la FÉCONDATION. On donne ce nom à la *fonction par laquelle les grains de pollen déterminent dans les ovules la formation de l'embryon.* Par les détails qui vont suivre, il sera facile de comprendre les phases successives de cette formation des graines.

On se rappelle certainement que le *calice* et la *corolle* ne sont que des enveloppes de la fleur. Les organes essentiels de la fleur sont les ÉTAMINES et le PISTIL. Et, pour ce qui est de ces derniers, on n'a pas oublié 1°, que les *étamines* se composent d'un *filet* terminé par l'*anthère*, rempli d'une poussière nommée *pollen* ; 2°, que le *pistil* comprend l'*ovaire*, surmonté du *style*, qui lui-même se termine par le *stigmate*. Disons d'un mot que tout ce qu'il faut, pour assurer la production de la graine, c'est que le pollen des étamines puisse arriver jusqu'aux ovules enfermés dans l'ovaire. On va voir que la sagesse du Créateur n'est pas moins admirable ici que dans les autres phénomènes de la nature.

Voici les phases du phénomène de la fécondation végétale :

1° *Le pollen de l'étamine atteint le stigmate du pistil.* En général, une même fleur contient des étamines et un pistil : et alors, d'une façon ou de l'autre, la poudre de pollen arrive aisément à tomber sur le stigmate, où elle se fixe. C'est ce qui arrive, par exemple, chez les Pois, les Lis, les Œillets. — Mais il y a aussi des plantes où les étamines se trouvent dans certaines fleurs, et les pistils dans d'autres fleurs, tantôt sur la même plante (Maïs, Chêne, Noisetier), tantôt sur des pieds différents (Chanvre, Saule). Comment, dans ces cas, le pollen pourra-t-il atteindre le stig-

Fig. 157. — Phénomène de la fécondation.

Fig. 157. — Cette vignette représente la moitié d'un pistil. Sur le stigmate, *sg*, on peut apercevoir un grain de pollen, *p*. Ce grain de pollen, germant sur le stigmate, émet un prolongement nommé tube pollinique, *t. p.*, qui descend dans la cavité du style, pénètre dans l'ovaire, *ca*, et finit par entrer, en *m*, dans l'ovule *ov*. L'ovule est dit fécondé, alors, et deviendra une graine.

mate du pistil ? Cela se réalise, d'abord, par l'action du vent qui enlève la poussière du pollen et en transporte une partie, au moins, sur les fleurs à pistil (Sapin, Pin, Cèdre, etc.), et aussi par le concours des insectes. Il y a en effet des insectes qui sont attirés par le nectar que produisent certaines fleurs. En pénétrant jusqu'au fond de ces fleurs pour y puiser le nectar, les insectes se couvrent de pollen et le transportent jusqu'au pistil des autres fleurs qu'elles visitent. On peut aussi faire artificiellement la même opération : et alors, si l'on a transporté le pollen d'une espèce sur le pistil d'une autre espèce de la même famille, on obtient des graines qui donneront des variétés nouvelles de végétaux. Les horticulteurs tirent grand avantage de ces procédés.

2° *Le pollen, tombé sur le stigmate, y subit une sorte de germination.* Chaque grain de pollen, tombé sur le stigmate, absorbe la matière sucrée qui s'y trouve et se met à gonfler, jusqu'à ce que sa paroi cède et pousse un tube, nommé tube pollinique.

3° *Le tube pollinique s'engage dans le pistil.* En sortant du grain de pollen, le tube pollinique pénètre dans le stigmate, puis dans la cavité du style, et descend de la sorte jusque dans l'ovaire.

4° *Le tube pollinique atteint l'ovule*, et y détermine la formation d'un embryon.

Lorsque les ovules ont été ainsi fécondés, ils se mettent à grossir, et deviennent des *graines* ; l'ovaire lui-même sera le *fruit*. Quant au style du pistil, aux étamines, au calice et à la corolle, ils ne tardent pas à se flétrir et à disparaître.

TROISIÈME PARTIE

COUP D'ŒIL SUR LE RÈGNE VÉGÉTAL AU CANADA

AVANT-PROPOS

1° La Botanique scientifique

Les Botanistes, c'est-à-dire les savants qui étudient les plantes au point de vue scientifique, ont fait pour le règne végétal comme les zoologistes pour le règne animal. Ils ont partagé tous les végétaux en diverses classes, réunissant ensemble ceux qui ont des caractères communs. Par exemple, le Pois, la Lentille, la Fève, etc., se ressemblant par leur port, leurs fleurs et leurs fruits, constituent la même famille des Légumineuses. De même, les arbres résineux, à feuilles persistantes, comme le Sapin, le Pin, l'Epinette, etc., forment ensemble la famille des Conifères. Il y a, en effet, sur le globe terrestre et dans les divers pays, un si grand nombre d'espèces différentes de végétaux, qu'on ne pourrait jamais s'y retrouver, si l'on n'avait pas établi une classification des plantes, c'est-à-dire des divisions et des subdivisions, où chaque plante entre à sa place dans tel ou tel groupement, et avec le nom particulier qui sert à la désigner.

Il y a des livres qui contiennent la liste complète et la description de toutes les plantes d'un pays, réparties en des classes et en des groupements naturels. Deux livres de ce genre ont été publiés dans la province de Québec : la *Flore canadienne* (1862), par l'abbé Provancher, et la *Flore du Canada* (1871), par l'abbé Moyen, et

à l'aide de ces livres, on arrive assez facilement à trouver le nom et la description de tous les végétaux du pays.

Mais quand on veut étudier un peu sérieusement l'aimable science de la Botanique, on doit, dès le commencement, travailler à la confection d'un Herbier. Un Herbier, c'est une collection des espèces de plantes qui se trouvent dans une région ou dans un pays, desséchées et placées, suivant l'ordre scientifique, en des cahiers ou cartons. Ordinairement, l'échantillon végétal que l'on met dans un Herbier est un rameau portant des feuilles et des fleurs ; on le fait dessécher sous presse, entre des feuilles de papier brouillard (qu'il faut changer souvent), et on le colle sur une feuille de papier, avec indication de son nom, de sa provenance, etc. Plus une collection de ce genre contient d'espèces d'une région, plus elle a de valeur.

Si l'on ajoute à la formation d'un Herbier l'observation et l'étude des phénomènes de la vie des plantes, on pratique la vraie science de la Botanique, et l'on ne tarde pas à trouver dans ces occupations les jouissances les plus attachantes et les plus saines.

2° La Botanique d'agrément

Il s'agit ici de la Botanique pratiquée non à titre de travail scientifique, mais, pour ainsi dire, comme par délassement et, le plus souvent, sans même penser que l'on fait de la Botanique. Cela consiste donc à tirer parti des phénomènes de la vie végétale pour se distraire, pour se reposer, pour embellir sa demeure. Et les moyens pratiques d'obtenir ces résultats sont très variés.

Tel amateur, par exemple, entretient de belles pelouses autour de sa maison. Tel autre organise son verger ou son jardin d'ornement avec le plus grand soin. Pour celui-ci, c'est l'entretien d'une serre qui absorbe son intérêt. Celui-là se contente de cultiver sur sa fenêtre des plantes d'appartement, ou sur sa table une Jacinthe dont les racines se nourrissent dans l'eau claire d'un flacon. Toutes ces occupations sont extrêmement intéressantes ;

elles charment et reposent l'esprit fatigué. Heureux l'homme pour qui l'ouverture d'un bouton de Rose est un grand événement, et qui n'a pas de plus cuisante épreuve que le définitif échec d'une bouture !

Tous ces divers moyens d'observer ou de diriger les phénomènes de la vie végétale, qui tiennent à l'arboriculture, à l'horticulture et à la floriculture, constituent ce que nous appelons Botanique d'agrément. Dépourvue de tout appareil scientifique, elle est aussi la source des plus pures jouissances.

3° La Botanique utilitaire

Si le règne végétal remplit un si grand rôle d'embellissement sur ce globe terrestre où s'écoule le temps de notre épreuve, les services que l'homme peut en retirer sont encore de bien plus grande importance. On peut même dire que, dans l'ordre de choses établi par le Créateur lui-même, l'existence du genre humain est liée en une large mesure au maintien et à la prospérité du règne végétal.

L'étude des ressources que l'homme peut tirer des végétaux, ce n'est qu'un autre aspect de la science de la Botanique, celle que nous désignons sous le titre de Botanique utilitaire. Elle s'occupe de la connaissance et de l'utilisation des plantes utiles à l'homme.

Dans les chapitres qui vont suivre, nous dirons quelques mots des principaux groupes de végétaux utiles

---

CHAPITRE I

PRINCIPAUX ARBRES FRUITIERS DU CANADA

La culture des arbres fruitiers est une occupation pleine de charmes, et l'une des plus lucratives que l'on puisse pratiquer. Tous les fruits des climats tempérés réussissent en Canada : mais ce sont les provinces de Québec, d'Ontario et de la Colombie-Anglaise qui paraissent surtout favorables à la culture et au commerce des fruits.

Voici la liste de nos arbres fruitiers les plus importants :

Cerisier.—Notre pays compte plusieurs espèces indigènes de Cerisier ; leurs fruits sont petits et peu recherchés. Ces espèces sont utilisées principalement pour la greffe. Les variétés que l'on cultive dans les vergers donnent des fruits bien plus délicats et rafraîchissants. La variété dite Cerise de France est bien connue dans la Province. La culture du Cerisier exige des soins entendus, et ne trouve pas dans toutes les parties du pays soit le climat soit le sol qui convient.

Pêcher.—Cet arbre n'est un peu cultivé, dans la province de Québec, que dans le district de Montréal, tant il redoute les climats rigoureux. Mais il vit bien dans la partie méridionale d'Ontario, et surtout dans la Colombie-Britannique. Il en existe de nombreuses variétés, et sa culture demande de l'attention. La Pêche est l'un des plus savoureux fruits de dessert.

Poirier.—La culture du Poirier exige plus de soins que celle du Pommier, et surtout un climat plus tempéré. Aussi, c'est dans Ontario, dans la Colombie-Britannique et dans la région de Montréal qu'il a le plus de chances

---

Ouvrages a consulter : *Le Verger, le Potager et le Parterre dans la province de Québec*, par l'abbé Provancher, Québec, 1874.—*De la Culture des Arbres et des Arbustes fruitiers*, par Alex. Santerre, Québec, 1903.

de succès, au moins dans les situations abritées. La Poire est un fruit juteux et rafraichissant, très estimé pour la table.

POMMIER.—Cet arbre fruitier est celui qui réussit le mieux et avec le moins de soins en notre climat ; il est donc celui qui peut donner le plus de bénéfices. On a dit qu'on peut cueillir de bonnes Pommes partout où l'on récolte de bon Blé et l'on peut espérer, par conséquent réussir un jour à établir la culture du Pommier dans toutes les parties du pays. Mais, jusqu'aujourd'hui, c'est la région de Montréal qui fournit les meilleures pommes du Canada, et même de l'univers.

Les Pommes canadiennes sont l'objet d'un grand commerce d'exportation : les pays étrangers nous en achètent beaucoup plus d'un million de barils par année.

PRUNIER.—Les Prunes bleues et les Prunes blanches sont des fruits succulents et d'un goût délicat, qui plaisent à tous ceux qui les goûtent. L'arbre qui les produit est élevé d'une quinzaine de pieds. La greffe et une culture soignée sont les meilleures conditions de succès dans la culture de cet arbre. A part les Pruniers de verger, nous avons aussi un Prunier sauvage, à fruits rouges et de saveur ordinairement peu agréable, et qui peut faire un excellent sujet pour recevoir des greffes de variétés plus recommandables. Les Pruniers donnent des fruits remarquables surtout dans la Colombie-Britannique.

Arbustes fruitiers.—Dans toutes les provinces du Canada, le Groseillier, le Gadelier, le Framboisier, la Ronce, et la Canneberge (*Atocas*), sont cultivés pour leurs fruits. Quant à la Vigne, on la cultive avec difficulté dans la région de Montréal, et avec succès dans la partie occidentale d'Ontario, de même que dans la partie méridionale de la Colombie-Britannique.

CHAPITRE II

LES PRINCIPAUX ARBRES FORESTIERS DU CANADA

Le Canada est l'un des pays les plus renommés pour l'étendue et la richesse de ses forêts. Il fournit au commerce et à l'industrie une grande variété de beaux bois. Les provinces de Québec, d'Ontario, et surtout celle de la Colombie-Britannique, sont les plus riches en essences forestières de valeur.—L'exploitation des forêts est l'une des ressources principales de notre Province. Malheureusement, des incendies trop fréquents ravagent nos bois, et c'est le devoir de toutes les personnes qui y peuvent quelque chose de travailler à les empêcher : car ils sont dus souvent à l'imprudence des voyageurs, des chasseurs et même des colons.—Les questions de la conservation, du renouvellement et d'une sage exploitation des forêts méritent d'attirer l'attention des pouvoirs publics et des particuliers.

BOULEAU.—Arbre dont la hauteur varie de 30 à 70 pieds de hauteur, suivant les régions où il croît, le Bouleau existe dans le Manitoba et les provinces de l'est, comme dans la Colombie-Britannique. On distingue le Bouleau blanc, le Bouleau rouge, et le Bouleau à canots. On connaît chez nous les usages de l'écorce du Bouleau. Son bois, outre son emploi comme combustible, est utilisé ici dans la fabrication des manches de balais, des formes et des chevilles à chaussures. Il est aussi exporté en quantité, pour la fabrication des bobines et des fuseaux.

CÈDRE.—Cet arbre croît dans les parties septentrionales du Canada, de l'est à l'ouest, et descend jusque dans le sud des Etats-Unis : mais il paraît pousser avec une vigueur particulière dans la Gaspésie. On en trouve qui ont 80 pieds de haut, et 6 pieds d'épaisseur. Son bois

OUVRAGES A CONSULTER : *Les Arbres de commerce de la Province de Québec*, par J.-C. Langelier. Québec, 1906.—*Guide illustré du Sylviculteur canadien*, par J.-C. Chapais. Québec, 1891.

est odorant et léger, et résiste mieux que tout autre à l'humidité ; il est à l'abri des vers à bois comme de la pourriture. Ses usages sont multiples : charpente des quais, poutres des édifices, perches et piquets de clôture, bardeau, traverses de chemin de fer, bordage des embarcations, barils pour l'huile, cuves des tanneries, poteaux de télégraphe et de téléphone.

CERISIER.—Le Cerisier rouge ou noir, dont nous voulons parler, est un bel arbre qui atteint jusqu'à 60 pieds de hauteur, et qu'on trouve seulement dans l'ouest de la Province et non beaucoup au nord. Son bois, qui ressemble à l'acajou, est le plus beau que nous ayons pour les ouvrages de menuiserie très riche.

CHÊNE.—On rencontre le Chêne dans les provinces de Québec, d'Ontario, du Manitoba, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Ecosse ; mais vers le nord, en notre Province, il ne dépasse guère la latitude du cap Tourmente ou de la Malbaie. Nous en avons au pays trois espèces :

Le *Chêne blanc*, qui existe aussi dans la Colombie-Britannique, est un grand arbre, qui s'élève jusqu'à une hauteur de 80 pieds. Dans notre Province, on n'en trouve plus que vers la région d'Ottawa. Son bois élastique, fort et résistable, est très recherché pour la construction des navires, la tonnellerie, la menuiserie de luxe, le placage, la carrosserie, etc.

Le *Chêne bleu*, qui habite aussi la région de l'Ottawa, n'a guère plus que 50 pieds de hauteur. Son bois, sans avoir la même valeur que celui du Chêne blanc, est utilisé à peu près de la même façon.

Le *Chêne rouge*, qui atteint une hauteur presque égale à celle du Chêne blanc, s'élève un peu plus au nord que lui. On l'emploie beaucoup pour la fabrication des meubles, des barils, et dans la menuiserie.

EPINETTE.—Arbre particulièrement abondant dans tout le Canada.

L'*Epinette blanche* est un grand et gros arbre, qui paraît exister dans toutes les parties de la Province, et même du Canada de l'Atlantique au Pacifique, et au

moins jusqu'à la baie d'Hudson. C'est l'un de nos meilleurs bois de commerce, très recherché à l'étranger, et utilisé dans tous les genres de construction, depuis le mât de navire jusqu'au baril et au bardeau. Il est aussi très employé dans la fabrication de la pulpe et du papier.

L'*Epinette noire* existe aussi dans toute l'étendue du Canada, jusqu'à la Colombie-Britannique, et surtout dans les régions du nord. Utile pour la charpente et fournissant de bonnes traverses de chemin de fer, son bois se déforme trop en séchant pour qu'on puisse l'employer dans les travaux de menuiserie. Mais la finesse et la solidité de sa fibre le rendent supérieur à toutes les autres essences pour la fabrication d'une pulpe d'excellente qualité.

L'*Epinette rouge* (Mélèze), d'une hauteur atteignant jusqu'à 100 pieds, et d'un diamètre qui va jusqu'à 3 pieds, avec son tronc droit et arrondi, est l'un des plus précieux de nos arbres. On l'emploie beaucoup dans la construction des navires, pour les blocs à pavage, et en général dans tous les ouvrages où il faut de la force et de la durée. Ce bois existe dans tout le Canada, des provinces maritimes jusqu'à la Colombie, et remonte loin dans le nord. Malheureusement, un insecte l'a presque détruit dans la province de Québec, depuis un certain nombre d'années, et il faudra un long temps pour que les jeunes pousses soient utilisables.

Erable. — Les provinces maritimes, le Manitoba, l'Ontario et Québec comptent l'Erable parmi leurs essences ligneuses. Dans le Manitoba, l'Erable négundo, d'une hauteur de 30 pieds et qui croît si rapidement, est indigène. Il y a aussi une espèce d'Erable dans la Colombie-Britannique.

L'*Erable à sucre* est l'espèce la plus précieuse et qui abonde dans notre Province, excepté vers le nord où elle ne croît pas. C'est un grand arbre, qui atteint 80 à 100 pieds, et qui prend une très belle forme quand il pousse isolément. Il fournit le "sucre du pays", ou sucre d'érable. Son bois, insurpassable pour le chauffage, est si dur et si résistant qu'on l'emploie à d'importants

usages dans les moulins, pour les parquets, pour les essieux, les manches d'outils, etc. Les variétés d'Erable *ondé*, *piqué*, *moucheté*, sont très recherchées pour les ouvrages de luxe.

La *Plaine*, ou Erable rouge, est de taille moins grande que l'Erable à sucre, et donne un sucre de moindre valeur. Son bois prend un beau poli, et quand il est ondé on l'emploie beaucoup pour les placages, dans la marqueterie et dans l'ébénisterie fine.

FRÊNE.—Cet arbre, des provinces maritimes, de Québec, d'Ontario et du Manitoba, se répartit en trois espèces.

Le *Frêne blanc*, ou Franc-Frêne, atteint 60 pieds de hauteur, et compte parmi nos arbres d'ornement. Il existe partout dans la Province. Son bois est fort et léger. On l'emploie beaucoup dans la fabrication des manches d'outils, dans celle des rames, dans la meublerie, la tonnellerie, la menuiserie ; se séparant bien en rubans, il est aussi utilisé pour empailler les chaises et fabriquer des paniers.

Le *Frêne rouge*, moins grand, a moins de qualités que l'espèce précédente, excepté (à cause de sa plus grande aptitude à se séparer en rubans) pour la fabrication des paniers et des mannes. On l'emploie aussi beaucoup dans la menuiserie, la meublerie et la tonnellerie.

Le *Frêne gris* ou *noir* a des dimensions moindres que les deux autres espèces, mais sa forme est plus belle. Son bois, de qualité moins bonne, sert à peu près aux mêmes usages. On le trouve jusque vers la baie James ; mais il n'habite que les endroits humides.

HÊTRE.—Les provinces maritimes, celles de Québec et d'Ontario, telles sont les provinces où croit le Hêtre.

Le *Hêtre rouge* ou *jaune* est l'un de nos plus beaux arbres ; sa hauteur va jusqu'à 100 pieds. Sur la rive nord du Saint-Laurent, il ne dépasse pas le cap Tourmente du côté de l'est, tandis que du côté sud il va jusqu'à la Gaspésie. Il y a aussi le *Hêtre blanc*, de moins grande allure, et qui s'avance plus loin vers le sud.

Le bois du Hêtre est dur et susceptible d'un très beau poli. Dans les pays d'Europe, on l'emploie aux usages

les plus divers : construction des navires, pavage, ustensiles d'usine et de cuisine, sabots, affûts de canon, traverses de chemin de fer, etc.

MERISIER.—Les provinces d'Ontario, de Québec et du Nouveau-Brunswick paraissent les seules où l'on trouve cet arbre en quantités importantes. On distingue le Merisier blanc et le Merisier rouge.

Merisier blanc. — Grand arbre, dont la hauteur moyenne est d'environ 75 pieds. On l'exploite dans les diverses régions à mesure que les chemins de fer y pénètrent. Il est très employé pour le chauffage. Dans l'industrie, on s'en sert pour de nombreux usages : dans la carrosserie, dans la meublerie, dans la fabrication des instruments aratoires, etc. La tige des jeunes Merisiers blancs s'emploie dans la tonnellerie pour faire des cercles.

Merisier rouge.—Cet arbre n'habite que les sols riches, où il atteint une hauteur de 80 pieds. On ne le trouve pas aussi loin dans le nord que le Merisier blanc. Son bois prend un beau poli, et il a des teintes très belles. Aussi il l'emporte sur tous nos autres bois pour l'ébénisterie. Il est surtout utilisé, chez nous, dans la meublerie, dans la fabrication des instruments aratoires, et chez les tourneurs pour les barreaux et les poteaux d'escaliers.

NOYER.—Les provinces de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick, d'Ontario et de Québec comptent le Noyer parmi leurs essences forestières. On ne le rencontre pas, vers l'est, au delà du cap Tourmente, en notre Province. Mais on donne le nom de Noyer à plusieurs sortes d'arbres :

Le *Noyer tendre* est un bel arbre, dont la hauteur varie entre 30 et 60 pieds. Son bois grisâtre, léger, très durable, est utilisé dans la meublerie, la menuiserie fine, et pour la fabrication des voitures, des petites embarcations, etc.

Le *Noyer dur*, ou Noyer *blanc*, ou *Caryer blanc*, est un grand arbre, élevé quelquefois de 90 pieds, mais qui ne croît pas plus bas que Trois-Rivières. Son bois est

fort et flexible. On l'emploie dons la fabrication des voitures, des barils, des instruments aratoires, et des manches d'outils.

ORME.—Cet arbre existe dans les trois provinces maritimes, et dans celles de Québec, d'Ontario et du Manitoba.

L'*Orme blanc*, ou d'*Amérique*, est ce grand arbre qui, lorsqu'il pousse isolément, prend cette forme de parasol si ornementale. Sa hauteur atteint jusqu'à 75 pieds. Il va assez loin vers le nord. Son bois, au grain fin et soyeux, est utilisé dans la meublerie, la tonnellerie, la fabrication des cercles, des boites à fromage ; employé sous l'eau à des constructions diverses, il y est impérissable. La partie intérieure de son écorce sert à fabriquer des " fonds " de chaises bien connues dans le pays.

L'*Orme rouge* est inférieur à tous égards à l'Orme blanc. Il ne dépasse pas 60 pieds de hauteur. Son bois, de teinte rougeâtre, sert à peu près aux mêmes usages que l'autre espèce.

PEUPLIER.—Nous avons, dans le Manitoba et toutes les provinces de l'est, plusieurs espèces de Peuplier :

Le *Peuplier commun*, dont le bois est léger et blanc, n'a guère d'importance commerciale.

Le *Peuplier baumier*, remarquable surtout par l'agréable parfum qu'il exhale au printemps, atteint une hauteur considérable et devient très touffu. Mais son bois est rarement utilisé dans l'industrie.

Le *Tremble*, comme les précédents, pousse dans toute la province de Québec. Sa hauteur ordinaire est d'une quarantaine de pieds.

Le *Liard* est un Peuplier de grande hauteur, dépassant parfois 80 pieds. Il croit dans la région d'Ottawa et la Gaspésie. Son bois durcit et se conserve parfaitement dans l'eau. Aussi l'emploie-t-on pour la construction des quais, de même que dans la menuiserie et la carrosserie.

PIN.—Le Pin existe dans presque toutes les provinces canadiennes, mais surtout dans la Colombie-Anglaise, dans Québec et dans Ontario.

Le *Pin blanc*, d'une hauteur moyenne de 80 pieds, est notre plus riche essence forestière, et depuis longtemps il est l'objet d'un commerce très important. On l'utilise pour la construction des navires, des maisons, comme pour la fabrication des meubles et des voitures. L'exploitation l'a fait à peu près disparaitre de bien des régions du pays. Il existe encore en quantité dans les territoires de l'Ottawa et du Saint-Maurice, et aussi dans la Colombie-Britannique.

Le *Pin rouge*, est un grand arbre, qui atteint parfois une hauteur de 100 pieds. On l'emploie dans la menuiserie, et surtout pour les mâtures et les ouvrages de charpente. Son bois prend un beau poli.

Le *Cyprès*, tel est le nom vulgaire du Pin gris ou Pin des rochers, ce dernier nom indiquant assez qu'il se plaît dans les terrains rocheux et de gravier. Bien qu'on l'ait quelquefois rencontré au sud du Saint-Laurent, c'est un arbre du nord, que l'on trouve jusqu'à la baie d'Hudson. Il existe aussi dans la Colombie-Britannique. Sa plus grande taille est d'une quarantaine de pieds. Utilisé surtout pour divers emplois chez les cultivateurs, il n'est l'objet d'à peu près aucun commerce.

PRUCHE.—Grand arbre, qui atteint 80 pieds de hauteur. Du côté de l'est, il ne dépasse pas le cap Tourmente, dans la province de Québec. Il existe aussi dans les provinces maritimes. On utilise son bois dans les grandes constructions de quais, de ponts, etc. Son écorce, qui contient beaucoup de tanin, est d'un grand usage dans les tanneries.

SAPIN.—Nous avons d'abord, dans tout le Canada, le *Sapin blanc* ou *baumier*, qui ne dépasse pas 30 pieds de hauteur. Il croit dans tous les terrains, mais il prospère surtout dans les endroits bas et frais. C'est dans les vésicules qui abondent sur son écorce que l'on recueille la gomme dite "de Sapin" ou Baume du Canada.

Le *Sapin rouge*, ou *d'Amérique*, atteint 60 pieds de hauteur, et un diamètre d'une vingtaine de pouces. Son bois léger et mou est employé à tous les usages : pour les boiseries d'appartement, les barils, les seaux, les

jouets, etc. Ce bel arbre croît bien surtout dans la Gaspésie et la région du lac Saint-Jean.

Mais c'est la Colombie-Britannique qui possède le roi des forêts canadiennes, qui est le Sapin de Douglas. Cet arbre géant a généralement un tronc de 5 à 6 pieds de diamètre et sans branches jusqu'à 150 pieds de hauteur. On en a vu des spécimens hauts de 300 pieds, épais à la base de 16 à 17 pieds.

TILLEUL.—Bel arbre, qui a jusqu'à 100 pieds de hauteur, le Tilleul se trouve surtout dans la partie ouest de notre Province, dans l'Ontario, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Ecosse. C'est dans le Nominingue qu'on le rencontre davantage en notre Province. Son bois blanc, mou et léger, est employé en de nombreuses industries : carrosserie, meublerie, sculpture, fabrication des instruments de musique, des jouets, et, au pays, des boîtes à cigares.

CHAPITRE III

LES PLANTES ALIMENTAIRES

On donne le nom de *plantes alimentaires* aux végétaux utilisés par l'homme pour sa nourriture. On n'a pas coutume de comprendre les fruits parmi les plantes alimentaires, parce qu'ils ont peu de valeur nutritive, et qu'on les consomme surtout par agrément et pour aider la digestion. Quant aux *légumes*, on les compte au nombre des plantes alimentaires, puisque c'est principalement en raison de leurs qualités nutritives, pourtant peu considérables, qu'on les utilise. Mais les plantes de beaucoup les plus importantes pour l'alimentation, ce sont les *céréales*.

Nous allons, dans les pages suivantes, dire quelques mots des céréales et des légumes dont l'usage est le plus fréquent chez nous pour l'alimentation de l'homme.

1° Les céréales

On nomme *céréales* les plantes produisant des grains dont l'on peut faire du pain. Les plantes de ce genre sont employées chez tous les peuples pour l'alimentation, parce que leurs grains contiennent les mêmes éléments nutritifs que les substances animales, qu'il est facile de les récolter sur presque tous les sols et sous tous les climats, et qu'en outre ils se conservent longtemps sans se détériorer. En les faisant passer sous la meule, on les réduit en une poudre, nommée *farine*, que l'on utilise ensuite sous diverses formes.

AVOINE.—L'Avoine a son principal usage dans la nourriture des chevaux, dont elle excite le système nerveux. Elle donne une farine dont la proportion nutritive est assez considérable. Le gruau fabriqué avec son grain est d'un usage fréquent dans l'alimentation. Cette plante s'accommode bien de conditions même défavorables de terrain et de température.

BLÉ.—Le Blé, nommé aussi Froment, est de beaucoup la plus importante des céréales, parce qu'il réunit, mieux que les autres, les éléments nutritifs. Avec sa farine, on fait le pain, qui forme une partie notable de l'alimentation chez tous les peuples civilisés.

La mouture des enveloppes du grain de Blé constitue le *son*, qui est de la cellulose ; l'amidon et le gluten sont les substances qui constituent la plus grande partie de l'intérieur du grain et par conséquent de la farine.—Dans le vieux monde, on a connu le Blé de toute antiquité ; en Amérique, il n'a été connu qu'après la venue de Christophe Colomb. Autrefois, les terres de la province de Québec donnaient de très fortes récoltes de Blé ; aujourd'hui, ce sont les provinces de Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta qui sont renommées par leur énorme production de Blé.

MAÏS.—Originaire de l'Amérique méridionale, le Maïs, nommé aussi Blé d'Inde et Blé de Turquie, s'est répandu dans tous les pays de climat tempéré. On le cultive surtout en grand dans le centre des Etats-Unis. La

plante elle-même forme un fourrage excellent. Ses graines, bouillies ou rôties, constituent un aliment goûté tandis que la farine que l'on en tire, très nourrissante, sert à faire des bouillies et des gâteaux.

ORGE.—Cette plante peut se cultiver très loin vers le nord. Son grain donne une farine propre à faire du pain, mais ce pain est de couleur grise et difficile à digérer.—Ce grain sert beaucoup à la fabrication de la bière, et l'on en tire aussi, comme du Seigle, l'eau-de-vie de grains. Ce grain, dépouillé de ses enveloppes, et arrondi par des machines spéciales, sert à faire le potage nommé ici " soupe au barley ".

SARRASIN.—Cette plante n'est pas exigeante pour le sol où on la cultive ; mais elle est sensible aux variations de température. Son grain sert à la nourriture des animaux de la ferme. Quant à la farine que l'on en tire, on en fait des bouillies, des galettes, des crêpes.

SEIGLE.—Après le Blé, c'est le Seigle qui est la céréale la plus importante, parce qu'il sert à faire un pain de qualité assez bonne, quoique moins blanc et moins nutritif que le pain de froment ; le pain de Seigle conserve plus longtemps sa fraîcheur. Avec la paille de cette plante, on fait des chapeaux, des nattes, des fonds de chaise. Le Seigle paraît être connu depuis le commencement de l'ère chrétienne. Il est moins difficile que le Blé sur la qualité des terrains.

2° Les légumes

BETTERAVE.—Cette plante potagère n'est que peu utilisée dans l'alimentation de l'homme ; mais elle est en grand usage pour la nourriture des bestiaux. Sa racine, plus ou moins grosse, a la chair rouge, blanche ou jaune, suivant les variétés. Les Betteraves à sucre contiennent jusqu'à 16 pour cent de sucre, dont l'extraction donne lieu à une industrie considérable en certains pays. On a fait en notre Province, pour établir cette industrie, des tentatives qui n'ont pas été très heureuses jusqu'aujourd'hui.

CHOU.—Ce légume est très employé dans l'alimentation, pour les potages, etc. Ses feuilles poussent très serrées sur une tige très courte et forment une masse arrondie. Beaucoup d'insectes s'attaquent à cette plante et en rendent la culture difficile. Il y a de nombreuses espèces ou variétés de Choux : par exemple, le Chou-fleur, le Chou rouge, le Chou de Bruxelles, etc. C'est le Chou pommé que l'on cultive le plus communément.

NAVET.—Plante bien connue, dont la racine sert à la nourriture de l'homme et des bestiaux. On en compte beaucoup d'espèces, parmi lesquelles nous mentionnerons le Navet de Suède, que nous nommons ici le *Chou de Siam*, dont la chair est ferme et compacte, et se conserve si bien tout l'hiver.

POMME DE TERRE.—Originaire du Pérou, cette plante est aujourd'hui cultivée partout pour ses tubercules, qui seuls peuvent servir à l'alimentation. On retire aussi de ces tubercules la fécule, employée en médecine et dans la préparation de potages. La Pomme de terre (ou Patate, comme nous disons dans le pays) est un aliment sain et nourrissant. Les variétés de cette plante, obtenues par la culture, sont presque innombrables.

AUTRES LÉGUMES.—Il y a encore un grand nombre d'espèces de plantes alimentaires, et que l'on utilise pour la nourriture de l'homme et des animaux de ferme. Il serait trop long de disserter sur chacun de ces végétaux utiles, et nous devons nous borner à énumérer ici les plus importants, qui sont aussi très bien connus de tout le monde :

La Rave, la Carotte, le Poireau, le Melon, le Concombre, la Citrouille, le Haricot, le Pois, la Tomate, la Laitue, la Sarriette, le Persil, le Céleri, l'Asperge, etc.

CHAPITRE IV

LES PLANTES INDUSTRIELLES

Le règne végétal fournit à l'homme et aux animaux une partie considérable de leur nourriture : c'est ce que nous avons vu dans le chapitre précédent. Mais, à part ses aliments, l'homme a besoin d'une foule d'autres articles pour organiser sa vie. Il lui faut des vêtements ; il lui faut des maisons pour s'abriter ; il lui faut des vaisseaux pour se transporter par eau d'un endroit à l'autre ; il lui faut encore bien des objets pour son utilité de chaque jour. Eh bien, il trouve dans le règne végétal beaucoup des matières premières à l'aide desquelles il peut fabriquer des vêtements, des maisons, des embarcations, etc. Il s'agirait donc d'étudier ici les végétaux qui fournissent ainsi les matériaux dont l'industrie humaine se sert pour fabriquer une foule d'articles nécessaires ou utiles. Cette étude pourrait être très longue, puisque l'on peut considérer un nombre immense de plantes comme utilisables par l'industrie. Heureusement, nous avons accompli dans les chapitres précédents une grande partie de cette tâche.

Par exemple, après avoir parlé assez longuement des arbres forestiers du Canada, il n'est plus nécessaire de s'occuper ici de l'*industrie des bois*, si importante dans notre pays, pour l'exploitation des forêts, comme pour la fabrication de tant d'articles en bois. Il convient pourtant de noter ici, en passant, le développement considérable qu'a pris dans la Province, en ces dernières années, l'industrie de la pulpe ou pâte de bois, utilisée pour la fabrication des cartons et des papiers. L'Epinette noire, qui donne la meilleure pâte de bois, abonde heureusement dans la partie septentrionale du pays et sera, peut-être indéfiniment, une belle source de profits pour nos compatriotes.

Quant à l'*industrie du pain*, et en général des pâtes confectionnées avec les grains des céréales, nous avons dit ce qu'il fallait, au point de vue de la Botanique, en traitant précédemment des plantes alimentaires.

En fait de plantes industrielles, il y a encore : les *plantes oléagineuses*, dont on tire de l'huile (Olivier, huile d'olive, etc.) ; et les *plantes tinctoriales*, qui fournissent des teintures. Mais, dans notre pays, on ne cultive d'une manière notable aucune de ces plantes, pour en tirer des teintures ou de l'huile.

L'*industrie du sucre*, alimentée dans les pays tropicaux par la Canne à sucre, l'est chez nous quelque peu par la Betterave à sucre, dont nous avons parlé, et surtout par l'Erable à sucre. Nous avons traité du sucre d'érable en un article spécial.

Ayant ainsi écarté du présent chapitre un si grand nombre de plantes industrielles, soit parce qu'il en a été question en d'autres endroits de ce Traité, soit parce qu'on ne les cultive pas dans notre pays, il ne reste plus à parler que des *plantes textiles*, c'est-à-dire des plantes qui servent à fabriquer des fils et des tissus, et qui sont représentées dans la province de Québec par le Chanvre et le Lin.

Chanvre.—Cette plante est regardée comme étant d'origine orientale. Elle donne des fibres plus fortes que celles du Lin. On dégage ces fibres en laissant tremper les tiges dans l'eau durant au moins une semaine (rouissage). Après diverses opérations, on arrive à leur faire subir le filage et le tissage. C'est avec les fibres du Chanvre que l'on fabrique les cordages et les voiles des vaisseaux.

Lin.—Le lin contient dans l'enveloppe de sa tige des fibres que l'on peut en extraire par le rouissage. En les soumettant à diverses autres opérations, on les réduit en étoupe ou filasse, pour les filer ensuite et les tisser. En outre, la graine de Lin fournit une huile utilisée pour la peinture. Dans la médecine domestique, on fait grand usage de ses graines pour la préparation de tisanes, etc.

Originaire d'Orient, le Lin est cultivé comme plante textile depuis plusieurs milliers d'années. C'est dans les pays froids qu'il donne le plus de bonnes fibres.

Tabac.—Il y a encore une plante dont on fait grand emploi dans les familles, dont la culture est très profitable et qui alimente une industrie fort importante. Cette

13

plante, dont l'usage offre peu d'utilité, c'est le Tabac, dont il faut dire ici quelques mots.

Le Tabac est d'origine américaine. Les indigènes du Nouveau-Monde en faisaient usage quand les Européens arrivèrent sur ce continent. Comme tout le monde le sait, le Tabac est utilisé en poudre à priser, en préparations pour chiquer et pour fumer avec la pipe, en cigarettes et en cigares. C'est la nicotine qui est le principe spécial de cette plante. L'usage modéré du Tabac, sous ses diverses formes, est inoffensif, ou à peu près ; l'abus que l'on en fait est la cause d'accidents plus ou moins dangereux.

CHAPITRE V

LES PLANTES MÉDICINALES — LES PLANTES VÉNÉNEUSES — LES MAUVAISES HERBES

Dans ce dernier chapitre, nous réunissons quelques notions sur l'utilisation des plantes dans la médecine domestique, sur le danger d'empoisonnement que fait courir quelquefois l'usage de certains végétaux, et sur le fléau des "mauvaises herbes" qui gâtent trop souvent les cultures.

1° Les plantes médicinales

Il y a beaucoup de plantes douées de propriétés utiles pour combattre les maladies, guérir les plaies, etc. Seulement, il faut s'en servir avec beaucoup de discrétion et de prudence : car le meilleur remède peut causer beaucoup de dommage, s'il est mal employé. Aussi, c'est aux personnes expérimentées, et surtout aux médecins qu'il appartient de recommander et de diriger l'usage de telle ou telle plante comme médicament, en des cas déterminés

Nous croyons toutefois qu'il peut être utile d'indiquer ici un certain nombre de plantes que l'on emploie assez généralement dans les cas ordinaires.

Plantes apéritives, employées pour stimuler l'appétit : Camomille, Houblon, etc.

— *Astringentes*, qui resserrent les tissus, et dont on fait usage pour coaguler le sang de plaies peu sérieuses, et à l'intérieur dans certains catarrhes : Géranium, Cornouiller, Fraisier, Chêne, Aulne, etc.

— *Calmantes*, propres à calmer les douleurs, à apaiser l'excitation nerveuse : Laitue, Coquelicot, Pavot, Marronnier, etc.

— *Emollientes*, qui ramollissent les tissus congestionnés : Bourrache, Bouillon-Blanc, Mauve, Coquelicot, Pois, Persil, Chanvre, etc.

— *Diurétiques*, agissant sur les reins et favorisant la sécrétion urinaire : Balsamine, Persil, Sarriette, Asperge, etc.

— *Fébrifuges*, propres à prévenir ou à faire disparaître la fièvre : Camomille, Marronnier, Saule, Gentiane, Aulne, etc.

— *Purgatives* ou *Laxatives*, qui agissent sur les intestins pour les débarrasser : Lierre, Chou, Noyer, Ricin, Sanguinaire, Rhubarbe, Sureau, etc.

— *Sudorifiques*, provoquant la sudation : Sureau, Tilleul, Thé, Bourrache, Bardane, etc.

— *Vermifuges*, détruisant les vers intestinaux : Ail, Carotte, Chrysanthème, Herbe Saint-Jean, Ricin, Fougère, etc.

2° Les plantes vénéneuses

Les plantes vénéneuses contiennent dans leurs racines, leurs tiges ou autres parties, un venin susceptible de donner la mort.

Parmi les plantes vénéneuses de la province de Québec, on peut mentionner : des Champignons, l'Aconit, la Jusquiame, la Belladone, la Mandragore, l'Hellébore, l'Actée, la Cicutaire, etc. Mais la plante la plus dangereuse que

nous ayons dans la Province, c'est la Ciguë ou Carotte-à-Moreau. Ce qui la rend si dangereuse, c'est la ressemblance de sa racine avec celle de la Carotte ; il arrive tous les ans que des enfants, trompés par cette ressemblance, s'empoisonnent en mangeant de cette racine. Il importe donc à tous d'apprendre à connaître cette plante, qui se rencontre assez communément dans les lieux incultes et le long des chemins. Du reste, dans la famille et à l'école, on ne saurait trop souvent recommander aux enfants de se défier de toutes les plantes qu'ils ne connaissent pas, et surtout d'éviter absolument de porter à leur bouche des fruits, des feuilles, des racines de plantes qui leur sont inconnues.

3o Les mauvaises herbes

On donne, en notre pays, le nom de "mauvaises herbes" aux plantes qui nuisent, de quelque façon que ce soit, à la culture des champs ou des jardins, et à l'élevage des animaux de la ferme. Les plus connues de ces mauvaises herbes sont les suivantes : Mil sauvage, Folle-Avoine, Chiendent, Patience, Oseille, Poulette grasse, Moutarde Bouillon blanc, Plantain, Marguerite blanche, Bardane (ou Rapace). Chardon, Chicorée, Laitron, Marguerite jaune.

Toutes les écoles rurales, surtout, devraient posséder dans leur bibliothèque scolaire une brochure publiée en 1904 par le ministère de l'Agriculture, à Québec, et qui a pour titre : *Les Mauvaises Herbes dans la province de Québec, et différents moyens de les détruire.* Toutes nos plantes nuisibles y sont décrites et représentées par des gravures, avec indication des moyens à employer pour les détruire. Cet utile ouvrage, composé par M. O.-E. Dalaire, conférencier agricole, devrait aussi se trouver entre les mains de tous les cultivateurs de la province de Québec.

MINÉRALOGIE

GÉNÉRALITÉS

On peut répartir tous les corps matériels, qui composent la nature créée, visible, en deux groupements distincts. Le premier comprend les corps *organisés*, c'est-à-dire pourvus d'organes, qui servent à l'exercice de la vie dont ces êtres sont doués. Le second groupe renferme les corps *non organisés*, c'est-à-dire qui n'ont pas d'organes, dont ils n'ont pas besoin puisqu'ils n'ont pas la vie. Le premier de ces groupes correspond donc à la *nature organique*, et le second à la *nature inorganique*.

Les êtres vivants, qui composent la nature organique, sont les *animaux* (règne animal) et les *végétaux* (règne végétal). L'étude des premiers se nomme ZOOLOGIE ; et l'étude des plantes, BOTANIQUE.

Les êtres non vivants et qui composent la nature inorganique sont désignés sous le nom de *minéraux*. Leur ensemble constitue le *règne minéral*. L'étude et la description de ces corps inorganiques se nomme MINÉRALOGIE.

Le MINÉRAL diffère par beaucoup de points de l'animal et du végétal. D'abord, il n'est pas doué de la vie, il n'est pas sensible, il ne peut faire de mouvement, il ne meurt pas et ne se corrompt pas.—Son existence peut être d'une durée extrêmement longue, et ne se terminer que par la désagrégation de ses parties.—Sa composition est

---

OUVRAGE A CONSULTER : Première partie des *Eléments de Minéralogie, de Géologie et de Botanique*, par Mgr J.-C. K.-Laflamme.

la même dans toutes ses parties, sous n'importe quelle forme et n'importe quel volume.—Lorsque son volume augmente, ce ne peut être que par le dehors, s'il arrive par exemple qu'une substance de même nature que lui vienne adhérer à sa surface.

Parfois le minéral n'est composé que d'une seule substance, comme l'Or, l'Argent, le Diamant, etc. D'autres fois, il est constitué par deux ou plusieurs substances combinées ensemble; par exemple, le Mica peut être composé, suivant ses espèces, de Potasse, d'Alumine, de Magnésie, de Fer.—On donne le nom de *minerai* aux substances minérales qui renferment, dans leur composition, des métaux que l'on puisse exploiter

On peut dire que tout le globe terrestre est formé de minéraux existant à l'état naturel et plus ou moins mélangés ensemble. Il y a cependant des endroits où tel minéral forme à lui seul des masses considérables (mines de Houille, carrières de Granit, etc.)

Il y a des minéraux qui n'ont aucune forme déterminée. D'autres, et c'est le grand nombre, ont des formes assez régulières, et leurs fragments, qui offrent des faces planes séparées par des arêtes plus ou moins aiguës, se nomment *cristaux*. Il existe une grande variété de formes chez les cristaux, dont les uns sont *cubiques*, les autres *hexagones*, etc.

Le règne minéral est pour l'homme de la plus grande utilité. En effet, il lui fournit les pierres précieuses (Diamant, Rubis, etc.), les métaux précieux (Or, Argent, etc.), les métaux utiles (Fer, Cuivre, etc.), le combustible (Houille, Tourbe), la pierre à bâtir, etc.

Dans cet abrégé de Minéralogie, nous nous bornerons à donner quelques notions sur certains groupes de minéraux que leur beauté, ou leur rareté, ou leur utilité rendent plus dignes d'attention.

CHAPITRE I

LES PIERRES D'USAGE ORDINAIRE

AMIANTE.—Cette substance, d'une apparence vitreuse et de nuance verdâtre ou blanchâtre, a la propriété de s'effiler en filaments soyeux, fins, flexibles et plus ou moins blancs, qui peuvent même être tissés, et qui résistent au feu ordinaire L'Amiante (ou Asbeste) existe en Russie, en Ecosse, dans les Pyrénées, en Savoie, en Italie et autres pays. Mais c'est la province de Québec qui fournit à elle seule les quatre cinquièmes de l'Amiante utilisée dans tout l'univers. On a constaté la présence de ce minéral dans les régions de l'Ottawa, de la Gaspésie, et récemment de Chibogomo (vers le lac Mistassini). Toutefois on n'exploite actuellement que les carrières très riches des Cantons de l'Est (Thetford, Lac-Noir, Danville, etc.), dont la production représente une valeur annuelle de près de deux millions de piastres.

L'Amiante sert à beaucoup d'usages dans l'industrie. On l'emploie, notamment, pour le filtrage des acides et des huiles, pour recouvrir les chaudières et les tuyaux de vapeur, pour la garniture des pistons. En outre, on l'utilise pour la fabrication des ciments, des peintures, de certains feutres et tissus, de toiles de théâtre, et de plusieurs sortes de papier, etc.

CALCAIRE.—Tous les minéraux formés de carbonate de chaux portent le nom de calcaires. Il y en a un grand nombre d'espèces et de variétés, dont nous citerons : les *marbres*, la *pierre à bâtir*, la *pierre à chaux*, la *pierre à ciment*, etc. Les calcaires abondent dans la province de Québec (pierre de Beauport, de Deschambault, de Montréal ; pierre à ciment de Québec, de Gaspé, etc.) On les emploie surtout comme matériaux de construction, et pour la fabrication du ciment et de la chaux.—On sait que, pour obtenir la *chaux*, il suffit de soumettre le calcaire à une forte chaleur, dans des fours dits " fours à chaux ". Sous l'influence du feu, l'acide carbonique qui

entre dans la composition de la pierre se dégage, et la *chaux vive* est ce qui reste. Si l'on verse de l'eau sur la chaux vive, elle s'échauffe et se réduit en poudre ; en ajoutant du sable et de l'eau à cette poudre, on obtient le mortier, dont on se sert pour lier ensemble les pierres ou les briques dans la maçonnerie. Si le mortier devient si dur par son exposition à l'air, cela est dû à ce que la chaux reprend dans l'air le gaz acide carbonique que le feu lui avait enlevé, et qu'elle repasse ainsi à l'état de calcaire.

Dans la pierre à ciment, il y a une certaine quantité d'Argile ou d'autres substances minérales.

Les calcaires se présentent sous beaucoup de formes. Les uns sont cristallisés ; les autres sont de contexture compacte. Il y en a dont le grain est très fin. Ce sont les plus grossiers qui servent dans la maçonnerie et pour la fabrication de la chaux.

GRANIT.—C'est une roche très dure, composée des minéraux nommés *Feldspath*, *Mica* et *Quartz*. Sa coloration varie du bleuâtre au gris plus ou moins foncé. On en fait de très beaux ouvrages de maçonnerie. Le Granit existe en plusieurs endroits de la province de Québec. On peut mentionner, entre autres, les carrières de Granit gris des Cantons de l'Est ; celles de Granit foncé de la Rivière-à-Pierre (dont l'on a fait les piliers du pont de Québec ,et du lac Saint-Jean (pont de la Métabetchouan) ; et celles de Granit bleuâtre de Chicoutimi.

MARBRE.—Le marbre est une variété de calcaire, dont le grain est fin et compact, et qui peut recevoir un beau poli. On en fait des statues, des carrelages et des pièces diverses d'ameublement et d'ornement. Le plus beau marbre, et qui est du blanc le plus pur, est celui que l'on tire des carrières de Carrare (Italie). Dans les différents pays, il existe des marbres de toutes nuances et de toutes couleurs, depuis le noir jusqu'au jaune et au rose. Dans la province de Québec, en divers points de la chaîne des Laurentides, il y a des dépôts de marbres de colorations variées, qui n'ont guère encore été utilisés.

L'extraction des blocs de marbre hors des carrières, le sciage, l'ébauchage et le polissage, exigent une série d'opérations plus ou moins longues et difficiles.

MICA.—Curieux minéral, qui a la propriété de se séparer en paillettes flexibles, ou en lames minces et plus ou moins transparentes. Certaines de ces lames sont parfois d'assez grandes dimensions, et sont employées en quelques pays pour remplacer le verre des fenêtres et des lanternes. On s'en sert un peu partout pour garnir les ouvertures des poêles à charbon. Les gisements de Mica sont nombreux dans nos terrains du Canada, et leur exploitation représente actuellement une valeur annuelle d'une centaine de mille piastres. Plusieurs compagnies exploitent le Mica ambré dans le comté d'Ottawa, et l'exportent aux Etats-Unis et en Europe. Dans le Saguenay, dans les comtés de Charlevoix et de Berthier, se trouvent des gisements de Mica blanc, que l'on exploitera sans doute prochainement, à cause des minéraux rares contenus dans cette variété de Mica.

CHAPITRE II

QUELQUES AUTRES SUBSTANCES MINÉRALES FRÉQUEMMENT UTILISÉES

ARGILE.—On donne ce nom à une sorte de terre compacte et onctueuse. Lorsqu'on la délaye avec de l'eau, elle devient comme une pâte douce au toucher et qui prend toutes les formes qu'on veut ; cette pâte soumise au feu acquiert une dureté plus ou moins considérable. Ces propriétés expliquent les usages que l'on fait de l'Argile.

Au point de vue agricole, d'abord, l'Argile est l'un des éléments d'un bon sol, mais à condition de n'y être pas trop abondante, parce qu'alors le sol se dessèche et se fendille au soleil, et que lors des temps pluvieux il retient trop l'humidité. Le Sable ou la Chaux corrige les défauts d'un terrain trop argileux.

L'industrie utilise diversement les différentes espèces d'Argile. Avec l'espèce dite "kaolin", on fabrique la porcelaine.—Les Argiles blanches, ou "terre de pipe", donnent les faïences fines ; et les Argiles grises, les faïences communes.—L'espèce dite "terre à brique", et qui est la glaise ordinaire, contient de l'oxyde de fer, qui donne à la pâte argileuse cuite la couleur rouge ; on fabrique avec cette Argile des tuyaux de drainage, des pots à plantes de serre ou d'appartement, et surtout de la brique (dont il se fait annuellement, au Canada, pour plusieurs millions de piastres).—Il y a aussi des Argiles naturellement colorées par la présence de sels de fer ; ce sont les *ocres*.—La plupart de ces espèces d'Argiles se rencontrent en divers endroits de notre Province.

Les Argiles cuites (faïences, poterie, etc.) sont poreuses. Aussi, pour les rendre imperméables à l'eau, on les recouvre d'une sorte de vernis avant de les soumettre au feu.

Lorsque l'Argile contient une assez forte proportion de calcaire, elle reçoit le nom de MARNE. Celle-ci délayée dans l'eau produit une sorte de bouillie ; desséchée, elle est onctueuse et friable. Elle existe, entre autres parties de la Province, dans les régions de Québec, du Saguenay, de Rimouski.—Les principales variétés sont les marnes argileuses et les marnes calcaires, ainsi désignées suivant qu'elles contiennent plus d'argile ou plus de calcaire. Jointes aux engrais ordinaires de ferme, elles engraissent le sol, en lui fournissant de la Chaux et de la Potasse ; elles le rendent plus ou moins compact, suivant qu'elles sont plus argileuses ou plus calcaires ; enfin, elles exercent sur lui une action fertilisante.

CRAIE.—Substance ordinairement blanche et friable, formée de débris calcaires d'animalcules, qui s'accumulent au fond des mers. En certains pays, comme en France et en Angleterre, on rencontre la Craie en masses considérables, constituant parfois des collines ou des falaises élevées.

On utilise la Craie comme pierre à chaux ou à ciment ; comme crayons pour les tableaux noirs ; et, sous le nom

le "blanc d'Espagne", pour nettoyer les objets en verre ou en métal.

GRÈS.—Le Grès est une roche résultant de la solidification de grains de Sable, liés les uns aux autres par une sorte de ciment. Il y en a des variétés très dures, et qui font de solide maçonnerie. On se sert encore du Grès pour faire des meules, et des pierres à aiguiser les instruments tranchants.

PLATRE.—Lorsque le Gypse, substance minérale transparente et d'un aspect vitreux, est soumis à l'action du feu, il perd une certaine quantité d'eau et devient du Plâtre. Celui-ci, réduit en poudre et délayé d'eau, forme une sorte de pâte blanche qui durcit rapidement à l'air. Avec des propriétés de cette sorte, il est facile de voir qu'on a raison de l'utiliser pour recouvrir les enduits de mortier, et pour le moulage des statues, des corniches et autres ornements de l'intérieur des édifices. Mais il rend aussi de grands services en agriculture. On le répand, au printemps, et à l'état de poudre fine, sur les cultures des légumineuses à racines profondes, comme le trèfle et la luzerne, dont il peut même doubler le rendement.

La poudre de Plâtre, délayée avec la colle de gélatine ou de l'eau contenant de l'alun dissous, devient le "stuc", substance dure qui prend un beau poli, et qui ressemble assez au marbre, dont il imite même les veines quand on a mêlé a la pâte certaines matières colorantes.

Le Gypse, ou pierre à Plâtre, existe abondamment dans les provinces d'Ontario, de la Nouvelle-Ecosse et du Nouveau-Brunswick. Dans notre Province, on ne l'a encore trouvé qu'aux îles de la Madeleine. L'exploitation de ce minéral, en Canada, atteint une valeur d'environ un demi-million de piastres par année.

QUARTZ.—Le Quartz est une substance très dure, qui forme parfois de très beaux cristaux transparents (Cristal de roche), et se présente d'autres fois comme matière compacte et non transparente. Des variétés, cristallisées ou non, mais de colorations spéciales ont assez de valeur, comme par exemple : l'*Améthyste*, quartz violet ; la *Cornaline*, quartz rouge ; l'*Agate* et l'*Onyx*, quartz à

veines rubanées et diversement colorées ; le *Jaspe*, quartz opaque de couleur rouge, jaune ou verte.

Le Quartz existe en beaucoup d'endroits. Les belles Améthystes du lac Supérieur sont bien connues. Assez souvent on trouve dans nos terrains montagneux des échantillons de "Cristal de roche".

On utilise les différentes variétés de Quartz dans la joaillerie (Améthyste, Cornaline, Jaspe, etc.), dans la fabrication des verres de lunette, dans l'ornementation (Onyx, etc.).

Sable.—Voilà une substance minérale qui est bien connue de tout le monde. Elle se compose de petits grains plus ou moins fins, plus ou moins durs, et qui résultent de la désagrégation de roches calcaires ou de roches siliceuses. Souvent le Sable constitue le lit et les rives des cours d'eau ; sur les rivages de Tadoussac et de Natashquan, le fleuve Saint-Laurent en a formé des amas particulièrement remarquables. Ailleurs, il recouvre la terre sur de grands espaces, arides et désolés. Enfin, il forme dans certains terrains des masses considérables.

Le Sable entre dans la composition du verre. Mais c'est pour la préparation des mortiers qu'il est surtout utilisé.

Sel.—Substance minérale friable et soluble dans l'eau, et dont on se sert partout comme assaisonnement et pour la conservation des viandes et du poisson.

Les eaux de la mer contiennent environ 2½ pour cent de Sel de leur poids. En plusieurs pays, il existe des lacs de grande étendue dont l'eau est salée. Le Grand Lac Salé, situé dans l'Utah (Etats-Unis), contient dans ses eaux une proportion de 20 pour cent de Sel. On extrait facilement le Sel des eaux de la mer et des lacs salés, en les amenant par des canaux en de vastes bassins creusés dans le sol et où elles s'évaporent en laissant le Sel accumulé. On n'a plus qu'à le faire dissoudre et cristalliser deux ou trois fois, pour obtenir le sel raffiné.

Mais il existe aussi en plusieurs pays des mines de Sel cristallisé, de diverses couleurs ; on donne le nom de *Sel gemme* à ce minéral. On en fait l'extraction par les

mêmes procédés que ceux auxquels on a recours pour extraire les autres minéraux. Au Canada, le Sel gemme existe dans la région sud-ouest de la province d'Ontario, sur une étendue de 2000 milles carrés. L'exploitation que l'on en fait représente une valeur annuelle de près d'un demi-million de piastres.

SOUFRE.—Cette substance minérale est pesante, solide et de couleur jaune clair; elle fond aisément. Le gaz qu'elle produit en brûlant éteint rapidement les flammes (par exemple, les feux de cheminée). On trouve le Soufre pur surtout dans le voisinage des volcans: en Italie, en Sicile, en Russie, en Islande, en Amérique. Souvent le Soufre est combiné avec divers métaux (Fer (*pyrite*), Plomb, Cuivre, Argent, etc.), que l'on extrait de ces composés.

On emploie le Soufre de bien des façons, par exemple dans la fabrication des allumettes, de l'acide sulfurique (huile de vitriol), de la poudre, et, en médecine, dans certaines maladies de la peau, contre la gale, et pour les fumigations.

TOURBE.—Substance brunâtre et spongieuse, la Tourbe résulte de la décomposition de certaines plantes, qui se poursuit lentement au fond de terrains marécageux. On l'extrait en briquettes, qu'on laisse ensuite sécher au soleil. La Tourbe bien sèche sert de combustible; mais elle donne peu de chaleur, et produit en brûlant une odeur désagréable et une abondante fumée, inconvénients qui n'existent plus avec le "charbon de Tourbe" que l'on prépare dans des fours spéciaux. En somme, la Tourbe n'est utilisée sérieusement que dans les pays où les autres combustibles sont assez difficiles à obtenir.

Dans la province de Québec, il y a des tourbières un peu partout. Mais on ne les a presque pas exploitées jusqu'à présent.

CHAPITRE III

LES MÉTAUX D'USAGE ORDINAIRE

La plupart des objets qui existent dans la nature sont formés de plusieurs substances combinées ensemble. L'eau par exemple, résulte de l'union de deux gaz (*oxygène* et *hydrogène*), le Sel est constitué par l'union d'un gaz (*chlore*) et d'un solide (*sodium*). Ces substances qui constituent ainsi tous les objets naturels et qu'on ne saurait décomposer elles-mêmes en d'autres substances se nomment *corps simples*. Par exemple l'Argent, qui est un corps simple, est tout entier et uniquement de l'Argent. Ces substances non composées ou corps simples sont au nombre d'environ 80, dont plus des trois quarts sont désignés sous le nom de MÉTAUX. On peut définir le Métal : un corps simple, qui est d'un éclat particulier dit *métallique*, qui reçoit et transmet la chaleur et l'électricité, et qui peut se combiner facilement avec le gaz oxygène.

Nous donnerons dans les pages suivantes quelques détails sur les métaux les plus utilisés dans notre pays.

ALUMINIUM.—Métal de couleur blanche, à teinte bleuâtre. C'est le plus léger des métaux ordinaires, il pèse à peu près quatre fois moins que l'Argent. On peut le réduire en feuilles très minces. Il est inattaquable par l'air et par la plupart des acides. Découvert en 1827, ce métal valait environ $300 la livre en 1855 ; grâce aux procédés faciles que l'on emploie aujourd'hui pour son extraction (on l'extrait, par exemple, de l'*alumine* qui existe dans l'Argile, etc.) sa valeur n'est plus que d'environ $2 la livre. Aussi, on l'emploie de nos jours de plus en plus pour la fabrication d'outils scientifiques, et même d'ustensiles divers.—Il forme avec le Cuivre, un alliage nommé "bronze d'aluminium", qui a l'éclat du vermeil et dont on se sert pour faire des bijoux, etc.

ARGENT.—Ce métal est d'un beau blanc et prend un poli remarquable, ce qui lui donne un très grand pouvoir

réfléchissant. Un liquide chaud contenu dans un vase en Argent poli ne se refroidit qu'avec une grande lenteur. Après l'Or, c'est le métal le plus malléable, et l'on en fait des feuilles très minces. Il est inaltérable à l'air, et ne redoute que les émanations sulfureuses qui le noircissent. On ne l'emploie pas à l'état de pureté, où il n'est pas assez dur. Aussi, à ce métal on ajoute du Cuivre, en plus ou moins forte proportion, pour la fabrication des monnaies, des pièces de bijouterie, etc.—Dans la nature, on trouve l'Argent uni souvent au Plomb, au Cuivre, etc., et l'on a à l'extraire de ces composés. Il existe aussi à l'état pur (natif), en cristaux ou en morceaux compacts. Les pays les plus riches en minerais d'argent sont le Mexique, la Bolivie, le Pérou, etc. Pour ce qui est du Canada, on trouve l'Argent dans les provinces de Québec, d'Ontario et de Colombie-Britannique. Mais depuis 1903 on a découvert et exploité des mines d'Argent, même natif, d'une richesse inouïe, dans la région de Cobalt (située à l'ouest du lac Témiscamingue, dans le nord d'Ontario).

CUIVRE.—Le Cuivre est de couleur rouge et prend un beau poli. Il est peu dur, très malléable. S'il est inaltérable à l'air sec et à la température ordinaire, lorsqu'il est exposé à l'air humide et en présence de diverses substances il se recouvre rapidement de "vert-de-gris", matière vénéneuse. Aussi l'usage d'ustensiles de cuisine en Cuivre exige beaucoup de précautions pour n'être pas dangereux.

S'il n'est pas beaucoup utilisé à l'état pur, le Cuivre allié à d'autres métaux, en des proportions diverses, est très souvent employé dans l'industrie. Les alliages de *laiton* et de *bronze*, surtout, reçoivent beaucoup d'applications industrielles ou artistiques. Le LAITON est un mélange de Cuivre et de Zinc. Le BRONZE (ou airain) est l'alliage composé du Cuivre et de l'Etain : on l'emploie pour la fabrication des cloches, des canons, des statues, des monnaies.

Le Cuivre existe dans beaucoup de pays, soit à l'état natif, soit combiné avec diverses substances. Au Canada, la production annuelle des mines de Cuivre est d'environ

six millions de piastres. On trouve ce métal à l'état natif dans la région du lac Supérieur; il existe dans des minerais sulfures en Colombie-Britannique, en Ontario, dans les provinces maritimes et de Québec. Pour ce qui est de notre Province, ces minerais de Cuivre se rencontrent près du lac Memphremagog, dans la Gaspésie, dans la région de Chibogamo, et surtout dans les Cantons de l'Est, où il s'en fait à Capelton (près de Sherbrooke) une exploitation très considérable.

Etain.—L'Etain est d'un blanc brillant quand il est pur; c'est le plus fusible des metaux ordinaires. Il peut se réduire en des feuilles très minces, comme le démontrent ces enveloppes d'Etain qui recouvrent souvent le chocolat. Il est mou, sans élasticite, ni sonorité. —Allié avec le Cuivre, il constitue le *bronze* (l'ancien airain), dont on se sert pour la fabrication des cloches, des monnaies et médailles, des statues, etc. L'Etain sert à l'etamage des tôles de fer ou d'acier doux (*fer-blanc*), et aussi des vases de cuivre ou de fer. On l'employait aussi autrefois pour l'étamage des glaces, procedé que l'on remplace aujourd'hui par l'argenture. Les ustensiles de cuisine étamés exigent une attention particulière pour ne pas devenir dangereux, surtout en présence du vinaigre, ou lorsque l'étamage est usé et laisse apercevoir le Fer ou le Cuivre.

Le minerai d'Etain abonde en Angleterre et aux Indes.

Fer.—Voici le plus utile de tous les métaux, parce qu'il est le plus résistable et qu'il se trouve en abondance dans les différents pays. Une chaleur d'environ 1500° cent. le fait fondre; mais avant de fondre et de passer au rouge, il se ramollit et peut alors se souder à lui-même sous le martelage. Le Fer pur, qui est d'un aspect gris bleuâtre, existe rarement dans la nature; même dans les météorites (ou pierres tombées du ciel) où il se trouve souvent, il est associé à diverses autres substances minérales. La plupart les mines de Fer le contiennent à l'état d'oxyde de Fer, de carbonate de Fer, etc. La métallurgie du Fer, ou l'art de dégager le métal pur de

ses minerais et de le travailler pour le rendre propre à divers usages, est l'une des grandes industries; elle est florissante surtout en Angleterre et en Pensylvanie (Etats-Unis).

Lorsque le Fer fondu s'incorpore 2 à 5 pour cent de Charbon, il devient la *fonte*, que l'on conduit dans des moules, pour obtenir une foule d'objets utiles, poêles, pièces d'industrie, etc.

La fonte, soumise à des procédés qui lui enlèvent une partie plus ou moins considérable de son Carbone (ou charbon), se transforme en *acier*, métal dur et élastique à la fois. L'acier chauffé jusqu'au rouge et plongé soudainement dans l'eau froide est dit *trempé*, et devient alors plus dur et plus élastique. C'est grâce à cette trempe de l'acier que l'on obtient des outils et des instruments tranchants d'une si grande perfection.

Outre les usages domestiques du Fer, il est de plus en plus utilisé dans l'architecture et l'industrie modernes: pour la construction des édifices, des navires, des ponts, des wagons de chemins de fer, etc.

Les minerais de Fer existent en divers endroits sur toute la surface du Canada; leur seule exportation produit environ un million de piastres par année. Les principaux établissements canadiens où l'on utilise ces minerais sont situés dans la Nouvelle-Ecosse, au Cap-Breton (Sydney), et au Sault-Sainte-Marie. Dans la province de Québec, les Forges de Saint-Maurice, établies en 1737, furent les débuts de l'industrie du Fer en Amérique. Les minerais se trouvent en divers points de la Province: Fer magnétique en roches, dans les comtés d'Ottawa et de Pontiac, dans les Cantons de l'Est; Sable magnétique, à Moisie et autres rivages de la Côte Nord; Fer titané, à Saint-Urbain (Charlevoix), à Kinogami (Chicoutimi), et aux Sept-Isles; Fer chromé, à Coleraine (Cantons de l'Est).

MERCURE.—Nous donnons ici le nom de "vif-argent" à ce métal qui ressemble en effet à de l'Argent fondu. C'est le seul des métaux qui soit liquide à la température

ordinaire. Soumis à un froid de 40° c. au-dessous de zéro, il devient solide ; mais si l'on élève la température jusqu'à 350°, il entre en ébullition. Qu'il soit solide ou liquide, le Mercure émet des vapeurs, dont l'action est à la longue dommageable sur les animaux et les végétaux. A volume égal, le Mercure pèse 13½ fois autant que l'eau. Il a encore cette autre propriété de ne pas " mouiller " le bois, le verre, la porcelaine, le Fer ni le Platine.

A l'état natif, on trouve le Mercure en Californie, au Transvaal, en Nouvelle-Zélande, en France, en Espagne. Le Mercure du commerce provient surtout du minerai nommé cinabre, qui est un sulfure de Mercure, et dont les gisements les plus importants sont en Espagne, en Bavière et en Illyrie.

On emploie le Mercure pour la fabrication des baromètres et des thermomètres, et pour faciliter l'extraction de l'Or et de l'Argent. On s'en servait beaucoup autrefois pour l'étamage des glaces ou miroirs, aujourd'hui remplacé par l'argenture.

Nickel.—Ce métal, à l'état pur, ressemble au Fer ; toutefois il prend un poli bien supérieur. Mais sa propriété la plus intéressante, c'est de rester inaltérable, à la température ordinaire, sous l'action de l'air et de la vapeur d'eau. Enfin, c'est l'un des plus résistants de tous les métaux.

Le grand usage du Nickel, c'est de recouvrir les objets en Fer ou en Cuivre, que l'on dit ensuite " nickelés ". Allié au Zinc et au Cuivre, il devient le maillechort, utilisé pour la fabrication de divers objets ; il s'allie aussi avec l'Or et quelques autres métaux.

A l'état pur ou natif, on n'a trouvé le Nickel qu'en Piémont (Italie). Ordinairement, il est uni au Soufre, à l'Arsenic et autres substances minérales.

Les principaux gisements de minerais de Nickel sont en Nouvelle-Calédonie et à Sudbury (Ontario). De cette dernière mine, on extrait une douzaine de millions de livres de Nickel par année. Dans la province de Québec, on a trouvé du minerai de Nickel, mais de faible richesse, à l'île Calumet (Pontiac) et à Oxford (Cantons de l'Est).

OR.—On peut dire de l'Or qu'il est le roi des métaux, à cause de ses beaux reflets jaune-rouge, et parce qu'il est plus malléable que tous les autres. Son poids l'emporte 19½ fois sur celui de l'eau, à volume égal. Ce métal peut être réduit en feuilles si minces qu'elles en sont transparentes, et elles paraissent alors de couleur verte en face de la lumière. Il est inaltérable à l'air, et résiste même à la plupart des acides.

L'Or pur s'emploie assez peu, parce qu'il s'userait trop vite. Ce que l'on utilise, ce sont surtout l'alliage d'Or et d'Argent, et l'alliage d'Or et de Cuivre. Les principaux emplois de l'Or sont la fabrication des monnaies, des montres et autres pièces d'orfèverie, et la dorure de quantité d'objets.

On trouve beaucoup d'Or natif, qui se présente souvent en grains irréguliers, nommés *pépites* s'ils sont d'une certaine grosseur. En pépites, en paillettes ou en poudre, il se rencontre surtout dans les sables ou dans le lit des rivières et ruisseaux. Fréquemment aussi il existe dans les roches mêlé aux veines de Quartz. Le Pérou, le Mexique, la Californie, l'Australie et le Transvaal ont été les grands producteurs de l'Or utilisé dans l'univers. Depuis quelques années, le Canada a pris rang parmi ces pays, avec ses mines si riches du Yukon, qui produisent une moyenne annuelle de 15 à 20 millions de piastres. A part ces mines du Klondike, région du Yukon, on fait aussi l'extraction de l'Or dans la Colombie-Britannique, la Saskatchewan, l'Ontario et la Nouvelle-Ecosse. La production totale du Canada est d'environ 20 millions de piastres par année.

Dans la province de Québec, il y a une région aurifère, celle de la vallée de la rivière Chaudière, dans la Beauce. On y recueille chaque année des pépites pour quelques milliers de piastres. Depuis la découverte de ces gisements, au milieu du siècle dernier, on en a extrait une valeur totale de plus de 2 millions de piastres. Enfin, on a découvert du Quartz aurifère dans la région nouvellement explorée de Chibogomo.

PLATINE.—Métal gris blanc, près de 22 fois pluspesant que l'eau, et très facile à travailler, mais qu'on ne peut fondre qu'à une température très haute. Il est inaltérable à l'air, et les acides ne l'attaquent pas non plus. Ces qualités spéciales expliquent les usages auxquels on l'emploie, malgré son prix très élevé. En effet, on en fabrique des creusets très résistables ; dans les lampes à incandescence, les filaments de charbon, rendus lumineux par le courant électrique, sont soudés à des fils de Platine.

Le Platine ne se rencontre qu'associé à d'autres métaux (Fer, etc.), et ordinairement sous forme de pépites. On le trouve au Brésil, en Californie, en Australie, dans l'Oural, etc.

PLOMB.—Métal gris, d'un aspect brillant, mais qui se ternit rapidement quand il est exposé à l'air. Son poids est onze fois plus considérable que celui de l'eau ; il n'est donc pas aussi lourd que l'Or, le Platine, etc. Il fond aisément. Même à froid, il est facile de lui faire prendre la forme que l'on veut. On l'emploie beaucoup en tuyaux pour la distribution de l'eau et du gaz dans les édifices ; pour la couverture des maisons ; pour la fabrication du blanc de céruse, etc. L'empoisonnement par les composés où entre le Plomb, et auxquels les peintres sont surtout exposés, est particulièrement grave.

Il est assez rare de rencontrer dans la nature le Plomb à l'état natif, et les gisements qui en existent sont de faible importance. Le minerai le plus fréquemment trouvé et exploité est le sulfure de Plomb, nommé aussi *galène*.

Les pays producteurs du Plomb sont l'Espagne, les Etats-Unis, l'Allemagne, le Mexique, l'Angleterre, etc. La production annuelle du Canada n'est pas loin du million de piastres ; ce sont les provinces de la Nouvelle-Ecosse, du Nouveau-Brunswick, d'Ontario et surtout de la Colombie-Britannique qui possèdent des veines ou des mines de Plomb. Dans la province de Québec, on trouve la galène dans les régions du lac Témiscamingue et du

lac Memphrémagog, et dans l'île Calumet: mais on n'a fait encore que peu de tentatives d'exploitation de ces gisements de minerai de Plomb.

ZINC.—Ce métal est blanc, à teinte bleuâtre, et inaltérable à l'air sec. A l'air humide, il se couvre d'une légère couche blanche qui le protège désormais contre toute détérioration : cette condition explique qu'on l'emploie pour une foule d'usages. C'est ainsi qu'on l'utilise beaucoup, à l'état de feuilles minces, pour les toitures, les tuyaux de descente, etc. Allié à deux tiers de Cuivre, il constitue le *laiton*, si employé dans l'industrie. Le Fer dit *galvanisé* est recouvert d'une couche de Zinc qui le protège contre l'action de l'air. On obtient cette galvanisation en plongeant les objets en Fer dans un bain de Zinc en fusion. Lorsqu'on fait brûler à l'air de la vapeur de Zinc, il se forme de légers flocons blancs qui, en se déposant, constituent le *blanc de Zinc*, que l'on utilise en peinture, et qui n'offre pas les dangers de la céruse. Le Zinc forme aussi beaucoup de composés que l'on emploie dans l'industrie et la médecine.

Le sulfure de Zinc, ou la *blende*, et le carbonate de Zinc, ou la *calamine*, sont les principaux minerais d'où l'on extrait le Zinc. L'Angleterre, la Belgique et l'Allemagne possèdent les mines de Zinc les plus riches. Le Canada fournit aussi chaque année une certaine quantité de Zinc, qui atteignit presque le million de livres en 1903.

CHAPITRE IV

LES PIERRES PRÉCIEUSES LES PLUS CONNUES

Les *bijoux* sont des objets en métal, qui tirent leur prix de la valeur du métal utilisé et du travail artistique de leur fabrication.

Les bijoux portent le nom de *joyaux* quand ils sont décorés d'une ou plusieurs pierres dites *précieuses*. Les

ouvriers se nomment *bijoutiers* ou *joailliers*, suivant qu'ils fabriquent des bijoux ou des joyaux. Les *lapidaires* préparent les pierres précieuses, c'est-à-dire les taillent et leur donnent la forme qui fait le mieux ressortir leurs propriétés brillantes.

Les pierres dites précieuses tirent leur valeur d'abord de leur dureté, par laquelle elles conservent la forme qu'on leur donne, et de leurs couleurs, de leurs nuances et de leurs reflets.

Voici quelques détails sur les pierres précieuses que l'on utilise le plus fréquemment dans la joaillerie.

AGATE. — Cette pierre est une variété plus ou moins opaque de Quartz. Le Silex (pierre à feu) n'est qu'une sorte d'Agate. On partage les Agates en deux groupes, suivant qu'elles sont à teinte uniforme ou qu'elles sont à plusieurs teintes.

1° Parmi les Agates à une seule teinte, on peut citer :

La *Calcédoine*, pierre ordinairement blanchâtre ou bleuâtre, et que l'on trouve en Asie-Mineure, en France, etc. ;

La *Cornaline*, de couleur variant du rose au rouge vif, et dont on fait surtout des cachets. Cette pierre est translucide et prend un beau poli. On la trouve aux Indes, au Japon, en Arabie.

2° Les Agates à plusieurs teintes se nomment *Agates rubanées* ou *Onyx*. Cette belle pierre, qui est translucide et se polit bien, présente des zones régulières de diverses couleurs ; son effet décoratif est donc remarquable. On l'emploie quelquefois en colonnes, en panneaux, etc., pour l'ornementation des édifices. Le plus souvent, à cause de son prix assez élevé, on se borne à en faire des socles de candélabre, de pendule, de statuettes, des camées, et divers petits objets d'usage courant.

AMÉTHYSTE. — Cette pierre n'est que du Quartz transparent de coloration violette. On en trouve de beaux échantillons au lac Supérieur. Elle se rencontre aussi aux Indes, au Brésil, en Espagne, en France, etc. Les anciens peuples estimaient beaucoup cette pierre précieuse, dont les joailliers modernes ne manquent pas non plus de

se servir. Elle est surtout employée aujourd'hui pour orner les anneaux que portent les évêques.

CRISTAL DE ROCHE.—Le Cristal de roche est du Quartz incolore et d'une belle transparence. On en trouve parfois des cristaux dans le cap de Québec. Sa ressemblance avec le Diamant fait qu'on l'emploie beaucoup dans la joaillerie.

DIAMANT.—Le Diamant est le plus dur de tous les corps, le plus beau à cause des feux incomparables qu'il émet, et sans doute aussi le plus précieux, puisque le fameux Diamant de France nommé "le Régent", et qui n'a qu'un pouce et quart de diamètre sur trois quarts de pouce d'épaisseur, est regardé comme valant $2,400,000. C'est, il est vrai, l'un des plus beaux qui existent, à cause de sa pureté et de la perfection de sa taille. Car les Diamants ne sont pas utilisés tels qu'on les trouve : mais on leur donne, par le polissage, des facettes régulières qui en augmentent singulièrement l'éclat. On les dit taillés en *brillant*, quand ils sont montés sur un anneau et traversés de part en part par la lumière ; et taillés en *rose* quand ils sont montés à plat sur une lame métallique. Les brillants sont les plus recherchés.—Généralement, le Diamant est incolore ; mais on en trouve aussi de noirs, de jaunes, de verts, de rouges et de bleus.—Mais le fait le plus étonnant et le plus difficile à croire, dans l'histoire du Diamant, c'est que cette belle pierre n'est autre chose que du Charbon pur et cristallisé ! Cela pourtant est scientifiquement exact.

Le Diamant est par excellence un objet de luxe. Mais en outre il est utilisé dans l'industrie, par exemple pour couper le verre, et en horlogerie pour monter les pivots.

Les pays producteurs de Diamants sont principalement les Indes, le Brésil, et l'Afrique australe.

EMERAUDE.—C'est une pierre d'aspect vitreux et d'un éclat très vif. Sa couleur propre est le vert très pur. Mais il y a aussi des Emeraudes bleuâtres, variétés que l'on nomme *Aigue-marine*, et des Emeraudes incolores, jaunâtres ou jaunes, variétés que l'on nomme *Béryl*.

Toutes ces variétés ont du prix et sont d'un emploi fréquent dans la joaillerie.

L'Emeraude se rencontre en France, en Suède, en Sibérie, au Pérou, aux Etats-Unis, et dans la région du lac Kinogami (Chicoutimi).

GRENAT.— Le Grenat est une pierre d'éclat vitreux, dont il existe de nombreuses variétés à colorations diverses: rouge, brune, jaune, blanche, noire, verte. Les variétés limpides sont utilisées par la joaillerie comme pierres d'ornement. On trouve les Grenats en divers pays, et notamment dans nos terrains laurentiens.

OPALE.—Pierre d'un éclat vitreux, résineux, et quelquefois perlé. On en trouve d'incolores, de jaunes, de rouges, de brunes, de vertes, de grises ou de bleues. Dans sa composition, il peut y avoir jusqu'à 13 pour cent d'eau. Il y a de nombreuses variétés d'Opales, et la joaillerie sait en tirer bon parti. La plus belle de ces variétés est l'*Opale noble* ou *orientale*, à cause de ses irisations, de son éclat perlé et de ses couleurs vives. L'*Opale de feu*, dont les reflets sont d'un rouge de feu, est aussi très recherchée.

RUBIS.—On distingue le *Rubis balais*, qui est rose, le *Rubis oriental*, d'un rouge vif, et le *Rubis spinelle*, d'un rouge foncé. Ces belles pierres sont montées en joyaux. Les Spinelles se trouvent en Italie, aux Etats-Unis et dans le district d'Ottawa. C'est le Rubis que l'on parvient à produire artificiellement avec le plus de perfection: les Rubis artificiels sont en effet aussi limpides et ont autant d'éclat que les Rubis naturels.

SAPHIR.—Quoique d'une valeur moindre que le Rubis, le Saphir est très estimé dans la joaillerie. Sa coloration va du bleu très pâle au bleu foncé. Son éclat est vitreux. Le Saphir se trouve en plusieurs pays, aux Etats-Unis, en Chine, en Sibérie, etc.

TOPAZE.—La Topaze est une pierre très dure et d'un éclat vitreux. Elle peut être incolore, bleuâtre, blanche, verdâtre, brune, jaune ou rouge. La Topaze jaune du Brésil prend, sous l'action de la chaleur, la coloration rose, et se nomme alors *Topaze brûlée*, variété qui est

très recherchée en joaillerie. La Sibérie, le Brésil, la Saxe, la Bohême sont les pays où l'on trouve la Topaze.

TURQUOISE.—Pierre d'un faible éclat vitreux, la Turquoise est opaque. Sa coloration est bleue, bleue-verdâtre ou vert-pomme. Les joailliers emploient surtout la variété dite *de vieille roche* et qui se trouve en Perse. Le Thibet, la Sibérie, la Silésie fournissent aussi la Turquoise.

CHAPITRE V

L'EXPLOITATION DES MINES

En une certaine localité de l'île de Trinidad, il existe une sorte de lac, de quelques milles en superficie, et dont la surface est constituée par du bitume solidifié. On n'a qu'à venir charger des voitures de cette substance noire, pour l'expédier dans les pays étrangers, où l'on en fera de l'asphalte destiné à recouvrir les voies publiques.

En d'autres contrées, et dans notre pays en particulier, on voit, à la surface du sol ou s'élevant au-dessus à une hauteur plus ou moins considérable, des masses rocheuses: Marbres, Granit, carbonate de Chaux, etc. Pour obtenir les blocs de pierre que l'on utilisera pour la sculpture, ou pour la construction des édifices, des quais, des culées de pont, etc., il n'y a qu'à se servir des pics, des leviers, des coins pour détacher des blocs plus ou moins gros, ou encore à provoquer, dans ces masses rocheuses, à l'aide de la poudre ou de la dynamite, des explosions après lesquelles on recueille les blocs à utiliser.

Ces opérations diverses constituent ce qu'on nomme l'exploitation à ciel ouvert des mines ou des carrières.

Mais l'exploitation des mines proprement dites ne se fait pas, la plupart du temps, avec cette facilité relative et ces conditions très simples d'opération. C'est que presque toujours les mines sont dans l'épaisseur des terrains et que l'on ne peut en tirer parti que moyennant des frais considérables et des travaux pénibles.

Disons d'abord que si le nom de *carrières* désigne ces amas de pierres à bâtir, d'ardoises, etc., où s'approvisionnent les industries de la sculpture, de la maçonnerie, etc., on donne le nom de MINES à des amas de matières minérales renfermées dans le sein de la terre et que l'on extrait au moyen de cavités creusées dans le sol. Ces matières minérales, renfermées dans les mines, ce sont les minerais d'où l'on extrait les métaux ; ce sont aussi la Houille, le Sel gemme, etc.

Voici un aperçu sommaire des procédés que l'on emploie pour l'exploitation des mines.

1° Avant de faire les frais considérables qu'exige l'exploitation d'une mine, il faut d'abord s'assurer de la richesse du gisement qu'il s'agit de travailler. D'après la nature d'un terrain donné, il est possible de juger qu'il doit contenir tel minerai ; mais généralement la découverte d'un gisement de minerai se fait par hasard. Pour apprécier la valeur de ce gisement et savoir dans quelle direction il s'étend sous terre, il faut creuser dans le sol des galeries qui permettront de se renseigner sur ces questions ; ou bien, l'on pratique, de place en place, des *sondages*, c'est-à-dire des puits verticaux qui permettent de savoir quelle est l'étendue du gisement ou de la veine minérale et de juger en quelles quantités le minerai précieux s'y trouve contenu.

2° Quand l'on a décidé de procéder à l'exploitation d'une mine, on creuse des galeries dans le sol, selon qu'il en est besoin pour suivre la direction du minerai et pour l'extraire.

Lorsque le minerai se trouve à une certaine profondeur, on établit d'abord des puits verticaux pour l'atteindre. Il faut ordinairement, comme mesure de sûreté, entourer ces puits de boisage ou de maçonnerie. Dans ces puits, il y a des sortes d'ascenseurs, qui servent à transporter les ouvriers aux galeries d'extraction, fréquemment superposées les unes aux autres, et que l'on utilise aussi pour la sortie des minerais détachés de la mine.

Les galeries s'étendent dans toutes les directions à mesure que l'on détache le minerai. Pour les empêcher de s'effondrer, on les soutient par des poutres très fortes, et par des revêtements en bois ou en maçonnerie. Pour détacher le minerai de la masse rocheuse, on l'attaque avec des pelles, des pioches, des pics, ou bien l'on a recours à la poudre ou à la dynamite ; mais aujourd'hui on fait ce travail d'extraction avec beaucoup plus de rapidité et avec un rendement beaucoup plus profitable, par l'emploi d'instruments mus par l'air comprimé ou par l'électricité, instruments à l'aide desquels on détache facilement et promptement des blocs de minerais de dimensions plus ou moins considérables.

Un point important dans le travail des mines, c'est d'y maintenir un aérage suffisant pour que l'air y soit toujours respirable et que la température n'y soit pas trop chaude. On arrive à ces résultats en pratiquant à travers les galeries des puits d'aérage, des cloisons ou barrages propres à diriger les courants d'air, et souvent en établissant des ventilateurs qui fonctionnent mécaniquement.

Il y a des mines dont les galeries sont établies en plusieurs étages, s'étendent sur de très longs espaces, et atteignent une profondeur de près de 4000 pieds sous la surface du sol.

De nombreux dangers menacent la vie déjà si pénible des mineurs. Parfois les sortes de cages, établies dans les puits pour les descendre aux galeries ou les en remonter, se détachent des câbles de traction et vont s'abattre à des centaines de pieds de profondeur ; parfois des inondations se produisent dans les galeries ; des incendies, des explosions, des effondrements surprennent inopinément les malheureux ouvriers. Si l'on ajoute, à ces périls de tous les jours, les longues heures consacrées à un travail pénible dans une atmosphère chaude, lourde et à demi éclairée, il faut reconnaitre que le métier de mineur est l'un des plus pénibles que l'on puisse exercer.

3° Les minerais une fois détachés de la masse rocheuse, on les charge sur des wagonets établis sur

des rails et que traine un ouvrier. Quand ces wagonets sont assez nombreux, on en forme des sortes de trains tirés par des chevaux. Lorsque les wagonets sont arrivés au puits d'extraction, on les installe sur des cages à deux ou trois étages, accrochées à un câble qu'une machine à vapeur enroule sur un treuil, et qui parviennent de la sorte jusqu'en dehors de la mine.

A leur sortie de la mine, les minerais appartiennent désormais à l'industrie et au commerce.

CHAPITRE VI

MINES DE CHARBON ET SOURCES DE PÉTROLE

Il y a dans les divers pays un bon nombre de substances employées pour le chauffage et pour l'éclairage. On peut dire pourtant que la Houille ou Charbon de terre et le Pétrole sont d'un usage universel, plus que les autres substances, soit pour les besoins domestiques, soit pour les nécessités de l'industrie. Il sera donc utile et intéressant de faire ici une courte étude sur la manière dont on extrait du sol ces produits si précieux pour les services qu'en retire le genre humain.

1° Les Houillères ou mines de Charbon

La Houille ou Charbon de terre a une origine végétale. Les savants sont aujourd'hui d'avis que le Charbon s'est formé par l'altération, due à l'action prolongée de bactéries ou ferments particuliers, des débris végétaux apportés par les courants et accumulés dans les lacs et dans les estuaires de fleuves ou de rivières. On a même pu reconnaitre, dans les blocs de Charbon, un certain nombre de plantes (Fougères, etc.) par les empreintes qui s'y sont conservées de leurs feuilles et de leurs tiges.

Les variétés de Houille les plus connues sont l'*Anthracite* et le *Charbon ordinaire*.

L'Anthracite, noir ou gris noirâtre, a l'éclat vitreux ; il est fragile et sec au toucher. Il brûle difficilement, avec peu de flamme et de fumée, et laisse peu de cendres. Mais il donne une chaleur intense, bien utile dans certaines industries. L'Anthracite, très employé dans la préparation du Fer et de la Fonte, est encore utilisé pour le chauffage des édifices.

Quant au *Charbon* ordinaire, il est d'un beau noir, et très fragile. On distingue le Charbon *gras*, qui donne une flamme longue et s'agglutine dans les foyers, et le Charbon *maigre*, dont la flamme est courte, et dont la masse brûle sans s'agglutiner.

Les mines de Charbon sont une grande source de prospérité pour un pays, surtout s'il possède aussi des mines de Fer. Comme on sait, la Houille joue un grand rôle pour le chauffage des habitations et des chaudières à vapeur, pour la fabrication du gaz d'éclairage et des goudrons, etc.

Les pays les plus riches en mines de Charbon sont : l'Angleterre, les Etats-Unis, l'Allemagne, la France, la Belgique, etc., et, pouvons-nous ajouter, le Canada, dont la production annuelle est d'une vingtaine de millions de piastres.—Les régions houillères du Canada sont situées dans la Nouvelle-Ecosse, le Nouveau-Brunswick, le Manitoba, les provinces du Nord-Ouest et la Colombie-Britannique. D'après la nature des terrains de la province de Québec, il n'y a pas d'espoir d'y jamais trouver de dépôts houillers valant la peine d'être exploités.

Quant aux opérations minières nécessaires pour l'extraction de la Houille, tout ce que contient le chapitre précédent sur l'exploitation des mines en général peut s'appliquer en grande partie aux travaux des mines de Charbon. Lorsque donc on a reconnu l'existence d'un dépôt houiller assez important, il faut pour l'exploiter creuser d'abord des puits verticaux, où viendront aboutir des galeries horizontales que l'on pousse en diverses directions et que l'on superpose en plus ou moins grand nombre,

suivant l'étendue et la profondeur de la masse houillère. On a soin de laisser des cloisons ou des piliers à même le Charbon, pour soutenir le plafond des galeries, que l'on étaye aussi par de fortes pièces de bois. Par toutes les galeries, on amène aux puits de montée, par des wagonets roulant sur des rails, les morceaux de Charbon détachés de la roche par des pics ou par d'autres instruments, on élève ensuite jusqu'au dehors ces wagonets placés dans les cages qui montent ou descendent dans les puits verticaux. Le travail des mineurs est alors fini, et la Houille extraite de la mine est ensuite dirigée vers la consommation industrielle ou domestique.

GRISOU.—Nous avons signalé déjà les dangers inhérents au travail des mines. Les explosions dues au gaz nommé GRISOU sont bien le plus terrible de ces dangers. Ce gaz se dégage quelquefois dans les mines de Sel et dans les mines métalliques ; mais il est plus particulier aux mines de Houille, dans lesquelles il existe presque toujours.

Le Grisou, comme la Houille elle-même, est un produit de la décomposition des débris végétaux. Il est incorporé à la Houille, sous une pression proportionnelle à la profondeur de la couche charbonneuse, de la même façon qu'un liquide imprègne une matière poreuse. Et à mesure que les travaux se poursuivent dans les galeries et que l'on met à nu de nouvelles surfaces de Charbon, il se dégage de plus en plus. S'il y a dans la mine un système de ventilation d'une activité suffisante, le gaz est conduit au dehors assez rapidement pour qu'il ne s'accumule pas dans les galeries. Mais il arrive encore trop souvent qu'à raison de circonstances plus ou moins incontrôlables, le Grisou existe en quantité trop considérable dans la mine ; et il suffit alors du moindre accident pour qu'il s'enflamme et cause des catastrophes épouvantables.

Car, mélangé à l'air, le Grisou constitue un explosif extrêmement dangereux, qui peut s'enflammer au contact même de la flamme d'une allumette et déterminer des explosions aux effets les plus terribles. La gravité de

ces explosions s'augmente encore du fait que l'explosion du Grisou peut causer l'inflammation des poussières de Charbon qui existent souvent dans l'intérieur des mines.

Pour conjurer autant que possible le danger des explosions de grisou, on a imaginé divers systèmes de lampes de sûreté, dont les mineurs s'éclairent durant leurs travaux, et qui sont disposées de telle sorte que le Grisou extérieur ne peut s'enflammer au contact de leur flamme, protégée par une toile métallique. L'auréole bleue qui se forme autour de ces lampes indique par sa longueur relative la proportion de gaz dangereux qui peut exister dans les galeries.

L'emploi attentif de ces lampes de sûreté rendrait très rares les explosions de Grisou. Malheureusement il arrive parfois qu'elles soient mal entretenues ou qu'on les ait incomplètement fermées, ou que, malgré les règlements, un ouvrier ouvre sa lampe ou allume une allumette. Et alors, s'il se trouve que le Grisou existe en une certaine quantité dans les alentours, le gaz s'enflamme et produit une explosion formidable qui détruit les ouvrages et tue à la fois des douzaines ou des centaines de malheureux mineurs. Il y a peu de semaines où l'on ne voit sur les journaux l'annonce d'une catastrophe de ce genre dans quelque houillère d'Europe ou d'Amérique.

2° Les sources de Pétrole

A son état naturel, le Pétrole est une huile minérale de consistance plus ou moins lourde, et de couleur jaune, brune ou noire. Les savants ne s'accordent pas sur la manière dont ce liquide a pu se former dans la terre. Parfois il imprègne la masse de certains terrains rocheux ; parfois il remplit des cavités plus ou moins grandes et situées à une profondeur plus ou moins considérable. Et ce sont des sources de cette dernière sorte que l'on exploite industriellement.

Lorsque donc on a des raisons de soupçonner qu'il y a dans certains terrains des sources de Pétrole, on y creuse des puits de faible diamètre. Quand on atteint, parfois à des centaines de pieds de profondeur, des cavités remplies de Pétrole, l'huile s'échappe souvent d'elle-même en un jet d'assez grande hauteur, et qui fréquemment se maintient durant plusieurs mois. Quand ce jet cesse de se produire, on installe des pompes, qui retirent le Pétrole parfois durant des mois encore. On compte dans l'Amérique du Nord plus de 20,000 de ces puits à Pétrole. A Bakou, dans le Caucase, il y a 400 puits, percés dans un espace restreint et qui fournissent plus d'huile que la totalité des puits américains.

L'huile retirée des puits ne saurait beaucoup être utilisée dans son état naturel. Par la distillation à laquelle on la soumet, on en retire diverses sortes d'essences ou d'huiles, comme la *gazoline*, l'*huile d'éclairage*, la *paraffine*, des *goudrons*, la *vaseline*, etc.

Les usines de distillation et de raffinerie sont à une certaine distance des puits, au Caucase ; et plus encore aux Etats-Unis, où cette distance varie de 20 à 50 ou 80 lieues. Pour transporter aux usines (qui, pour les Etats-Unis, existent à New-York, à Philadelphie, à Baltimore, à Buffalo, etc.) le Pétrole recueilli des puits en de grands réservoirs, on a imaginé d'établir des canalisations, de la longueur des distances que nous venons d'indiquer et par où s'écoule le précieux liquide. Ce mode de transport du Pétrole brut est rapide et assez peu coûteux.

Les applications du Pétrole sont nombreuses. On l'emploie pour l'éclairage, pour le chauffage des édifices et des chaudières à vapeur, pour le graissage, pour la fabrication de vernis et de couleurs, et, de plus, en médecine et en pharmacie.

Il n'y a pas beaucoup de pays où l'on ne trouve pas le Pétrole, du moins en petite quantité. Mais c'est le Caucase (Russie) et l'Amérique du Nord qui font en grand l'exploitation des sources de Pétrole. Dans les Etats-Unis la Pensylvanie surtout compte un grand nombre de puits à Pétrole. — Au Canada, le Pétrole existe dans

les provinces de Québec, d'Ontario, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Ecosse, et dans celles du Nord-Ouest où la région pétrolifère est considérable. Mais il n'y a guère que les sources d'Ontario qui soient encore sérieusement exploitées. En 1903, la production totale du Canada atteignait presque 500,000 barils de Pétrole brut. —Dans la province de Québec, on a constaté la présence du Pétrole au moins dans les comtés de Montmorency et du Lac Saint-Jean ; mais c'est la région du bassin de Gaspé qui parait la plus favorisée à cet égard, et l'on y a fait déjà des tentatives assez considérables d'exploitation.

———

PHYSIQUE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

MATIÈRE, CORPS. — On appelle *matière* tout ce qui peut, d'une façon quelconque, affecter nos sens : le bois, les pierres, les métaux, l'air sont de la matière.

Les *corps* sont des portions limitées de matière, ou, si l'on peut ainsi parler, des *morceaux* de matière.

PHÉNOMÈNE PHYSIQUE. — En physique, le mot *phénomène* ne signifie pas une chose extraordinaire, c'est un *fait* quelconque qui résulte de l'application d'une loi de la nature. La chute d'une pierre sous l'influence de la pesanteur, le son rendu par une corde qui vibre, l'incandescence des filaments de charbon de nos lampes électriques par le passage d'un courant, etc., constituent des *phénomènes*. De plus, les phénomènes de ce genre sont appelés *phénomènes physiques*, parce que la nature intime des corps n'est pas modifiée : la pierre en tombant, la corde en vibrant, ne cessent pas d'être la même pierre, la même corde : il n'y a eu aucun changement, aucune altération.

Si, au contraire, on enflamme une allumette, on constate que le bois de celle-ci fait place à une substance noire qui n'est plus du bois, mais du charbon. Il y a eu, dans ce cas, changement profond : c'est un *phénomène chimique*.

DÉFINITION DE LA PHYSIQUE. — Il est facile maintenant de définir la physique : *c'est cette partie des sciences naturelles qui s'occupe des phénomènes physiques.*

DIFFÉRENTS ÉTATS DES CORPS.—Les corps, dans la nature, peuvent se présenter sous trois états divers: l'*état solide*, l'*état liquide* et l'*état gazeux*.

Les physiciens admettent que les corps, quels qu'ils soient, sont constitués par des particules ou molécules très petites. Dans l'*état solide*, ces particules sont unies les unes aux autres par une grande force d'attraction qu'on appelle la *cohésion*; il en résulte que les corps solides, comme les métaux, les pierres, etc., ont une forme déterminée, et qu'il faut un choc, une pression, une action quelconque extérieure pour les déformer.

La cohésion qui unit les particules des *liquides* est très faible, beaucoup plus faible que celle que l'on constate dans les solides; tout le monde sait combien il est facile de séparer les particules d'un liquide, de passer, par exemple, à travers une masse d'eau, une baguette de bois. Les liquides, par suite, n'ont pas de *forme propre*, mais ils prennent celle des vases qui les contiennent et se logent à la partie inférieure de ceux-ci.

Les *gaz*, enfin, ou les corps à l'*état gazeux*, se distinguent nettement des précédents par le fait que les particules, d'une *mobilité extrême*, semblent se repousser mutuellement. Cette curieuse propriété, qu'on appelle *force expansive*, est cause que les gaz ne restent pas, comme les liquides, au fond des récipients qui les contiennent, mais en occupent tout le volume, toute la capacité; ils tendent toujours à augmenter, le plus possible, le volume ou l'espace qu'ils possèdent. L'air que nous respirons, la substance suffocante qui se dégage des allumettes enflammées, etc., sont des *gaz*.

DIVISION DE LA PHYSIQUE.—Elle se divise, suivant la nature des phénomènes étudiés, en plusieurs parties que nous passerons successivement en revue, et dont les principales sont: la *pesanteur*, l'*hydrostatique*, les *gaz*, l'*acoustique*, la *chaleur*, l'*optique*, le *magnétisme* et l'*électricité*.

CHAPITRE I

PESANTEUR ET HYDROSTATIQUE

I.—Pesanteur

PESANTEUR.—Si l'on abandonne un corps à lui-même, on s'aperçoit qu'il tombe vers la Terre, comme si celle-ci l'attirait ; cette force d'attraction s'appelle la *pesanteur*. Elle devient plus faible à mesure que les corps s'éloignent de la surface de la Terre ; à une distance double, elle n'est plus que le quart de sa valeur primitive, et à une distance triple, elle est neuf fois moins considérable. Tous les corps sont soumis à la pesanteur, même ceux qui restent en suspension ou s'élèvent dans les airs, comme les fumées et les ballons ; ces derniers ne tombent pas, parce qu'ils sont plus légers que l'air au milieu duquel ils flottent.

VERTICALE.—La ligne droite suivie par les corps pesants qui tombent s'appelle la *verticale* ; elle est dirigée vers le centre de la Terre, et elle est représentée par le *fil à plomb*, c'est-à-dire toute masse pesante suspendue à l'extrémité d'un fil flexible. Les ouvriers se servent de fils de ce genre pour vérifier si les pièces de charpente ou les murs qu'ils construisent sont bien *d'aplomb*.

CHUTE DES CORPS.—On sait par expérience qu'une pierre, une masse de plomb tombent plus vite qu'une brindille de papier ou qu'un petit morceau de liège, même à égalité de volume et de forme. Toutefois, ce résultat n'est dû qu'à une cause accidentelle, qui est la résistance de l'air. Si l'on pouvait supprimer l'air et faire tomber les corps dans le vide, on constaterait qu'ils tombent tous également vite, les plus légers comme les plus lourds.

On peut réaliser ces conditions, en pratique, d'une façon très simple, par l'expérience suivante :

On place des corps de poids très différents, comme des balles de plomb, de petits morceaux de liège et de papier, dans un long tube de verre (Fig. 158) d'où l'on a



enlève l'air avec une machine particulière, appelée la *machine* ou *pompe pneumatique*. Lorsqu'on les abandonne à eux-mêmes, en retournant brusquement le tube, on constate qu'ils tombent tous avec la même vitesse, tandis que les plus légers subissent des retards de plus en plus appréciables, si l'on fait entrer peu à peu l'air dans le tube.

On sait qu'une masse d'eau qui tombe se divise en gouttelettes distinctes, à cause de la résistance de l'air, et que la vitesse de chute, par suite de ce frottement énergique, est notablement diminuée. Dans le vide, l'eau tombe tout d'une pièce et produit sur le fond du tube qui la contient un bruit qui ressemble au choc d'un corps métallique. Un tube de verre contenant de l'eau et dans lequel on a chassé l'air avant de le souder hermétiquement, s'appelle un *marteau d'eau* (Fig. 159).

Fig. 159— Marteau d'eau.

La vitesse d'un corps qui tombe n'est pas toujours la même, mais elle augmente à mesure que se poursuit la chute, et le corps parcourt des espaces d'autant plus grands, pour chaque seconde de marche, qu'il tombe de plus haut.

Fig. 158.— Chute des corps dans le vide.

Poids des corps.—La Terre attire tous les corps vers son centre ; elle exerce donc son action sur toutes les particules qui composent les corps. Le résultat de cette attraction de la Terre, de cet ensemble de forces qui font tomber les corps lorsqu'ils ne sont plus soutenus, s'appelle le *poids* de ces corps.

Si l'on veut exprimer les poids par des chiffres, il faut adopter une *unité*, un terme de comparaison choisi arbitrairement. Au Canada, ce terme de comparaison est la *livre*, c'est-à-dire le poids d'une certaine masse de cuivre, que tout le monde connaît et qui est déterminée officiellement par le Gouvernement. D'après cela, un corps pesera

2 livres, si son poids est 2 fois plus grand que celui de la masse de cuivre dont nous venons de parler : il pesera 10, 100 livres, si son poids est 10, 100 fois supérieur, etc. Cette comparaison du poids des corps avec celui de l'unité adoptée se fait au moyen de la balance.

BALANCE.—La figure 160 représente une *balance*, appareil bien connu de tous. La tige d'acier A B se nomme le *fléau* de la balance. Au milieu de la longueur du fléau est disposée une petite pièce d'acier en forme de



Fig. 160.—Balance.

couteau, dont le taillant s'appuie sur un plan dur et autour duquel s'effectuent les oscillations de la balance. Enfin, aux deux extrémités du fléau, on suspend par des crochets les *plateaux* destinés à recevoir les corps dont on veut comparer les poids ; on place dans l'un des plateaux les corps à peser, et dans l'autre les poids marqués qui leur font équilibre. Si l'on met des poids égaux dans chacun des plateaux, le fléau se tient horizontal, après quelques oscillations.

Il suffit donc, pour peser un corps, de le placer dans l'un des plateaux, et de mettre dans l'autre autant de poids marqués qu'il en faut pour obtenir l'horizontalité du fléau ; le nombre de livres et de fractions de livre employées représente le poids du corps cherché.

Pour qu'une balance soit *juste*, il faut que le couteau autour duquel s'opère le mouvement de l'appareil soit exactement au milieu de la longueur du fléau, et que, de plus, les deux plateaux soient de même poids.

Une balance est *sensible* quand elle s'incline sous le moindre excès de poids placé dans l'un des plateaux ; il faut, pour réaliser cette condition, que le fléau soit très long et très léger.

Doubles pesées.—Une balance n'est jamais juste parce qu'il est impossible que les deux bras du fléau soient rigoureusement égaux. On peut cependant, par la méthode des *doubles pesées*, trouver exactement le poids d'un corps avec une balance fausse. On met le corps à peser dans l'un des plateaux de la balance et on lui fait équilibre en plaçant, dans l'autre plateau, des grains de plomb ou de sable : c'est ce qu'on appelle *faire la tare*. Cela fait, on retire le corps et on équilibre la tare avec des poids marqués : ces derniers représentent bien le poids du corps, puisqu'ils agissent sur la même tare et dans les mêmes conditions.

Variations de la pesanteur. —La pesanteur qui fait tomber les corps et leur donne leur poids est le résultat de l'attraction de la Terre, et celle-ci attire toutes les substances matérielles comme si sa masse était concentrée à son centre. La pesanteur, toutefois, n'est pas partout la même et elle varie aux différentes localités de la Terre.

Il y a trois causes principales des variations de la pesanteur aux différents points du globe: l'*altitude*, l'*aplatissement de la Terre aux pôles et la force centrifuge*.

Nous avons déjà dit que la pesanteur diminue à mesure que l'on s'éloigne de la surface de la Terre : c'est une conséquence des lois de l'attraction. Un corps placé sur une haute montagne ou dans un ballon qui s'élève à une grande hauteur sera donc moins pesant qu'au niveau

de la mer. Cette diminution de la pesanteur avec l'*altitude* n'est guère sensible pour les hauteurs ordinaires de chute.

La Terre n'est pas une sphère parfaite : les physiciens et les astronomes ont démontré qu'elle est légèrement renflée à l'équateur et aplatie aux pôles. Il en résulte qu'un corps placé aux pôles est plus près du centre de la Terre qu'à l'équateur et qu'il est, par conséquent, plus attiré.

Enfin, la Terre tourne sur elle-même dans l'intervalle de 24 heures, et ce mouvement de rotation engendre une force, appelée force *centrifuge*, qui tend à éloigner de sa surface les corps qui y sont placés. La force centrifuge doit donc diminuer quelque peu le poids des corps ; cette diminution se fait surtout sentir à l'équateur où la force centrifuge atteint sa plus grande valeur.

Les deux dernières causes, l'aplatissement de la Terre et la force centrifuge, s'ajoutent pour produire les mêmes effets : les corps pèsent un peu plus près des pôles que près de l'équateur.

II.—Hydrostatique

Caractères généraux des liquides.—1° La force d'attraction, ou *cohésion*, qui réunit les particules des liquides est très faible, et le moindre effort suffit pour les séparer. La conséquence de cette extrême mobilité des molécules est que les liquides n'ont pas, comme les solides, de forme déterminée, mais prennent celle des vases qui les contiennent.

2° Les liquides sont *très peu compressibles*, c'est-à-dire que leur volume diminue très peu sous l'effort des plus grandes pressions ; on les considère même comme pratiquement *incompressibles*.

3° Les liquides sont *parfaitement élastiques*, ce qui veut dire qu'ils reprennent toujours exactement, lorsqu'une pression énergique les avait quelque peu comprimés, leur volume primitif.

Pression des liquides. — Les liquides sont pesants : ils doivent donc exercer dans leur propre masse une pression qui résulte du poids des particules accumulées. Cette pression de *haut en bas*, qui augmente avec le poids et la profondeur, se transmet dans tous les sens à l'intérieur des liquides et sur les vases qui les contiennent.

Il en est de même de toute pression venant de l'extérieur. Ce double résultat constitue ce qu'on appelle en

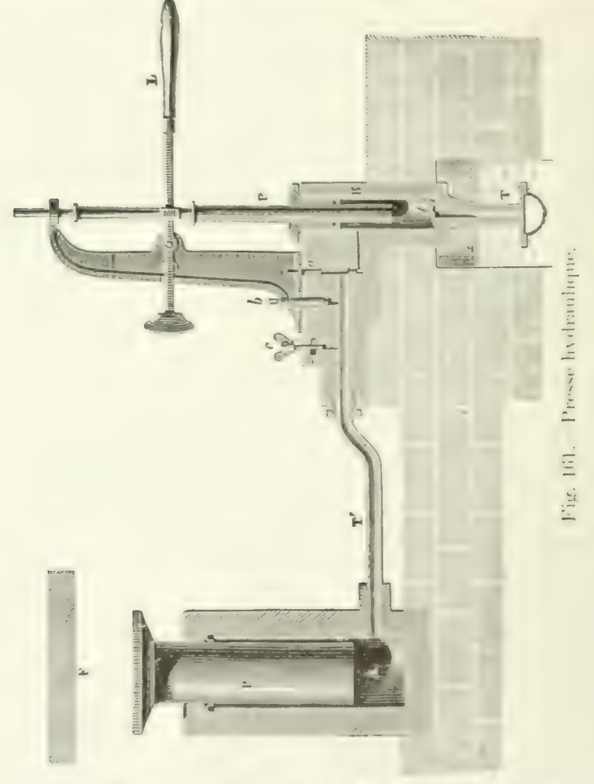


Fig. 161. — Presse hydraulique.

hydrostatique le *principe de Pascal : toute pression exercée sur une portion quelconque de la surface d'un*

liquide se transmet avec la même intensité et dans tous les sens, à toute surface égale prise dans le liquide ou sur la paroi.

Le principe de l'égale transmission des pressions, ou *principe de Pascal*, reçoit dans la *presse hydraulique* une importante application pratique.

La presse hydraulique, destinée à exercer des pressions énormes, se compose essentiellement de deux corps de pompe B et A (Fig. 161) dans lesquels se meuvent deux pistons P et P' de diamètres différents. On donne au plus petit, avec le levier L, un mouvement de va et vient qui aspire de l'eau du réservoir T et la refoule ensuite, par le tuyau T', dans le grand corps de pompe. Le grand piston P' sera repoussé à l'extérieur avec une force d'autant plus grande qu'il y aura plus de différence dans les sections des deux pistons; on pourra donc exercer sur un objet placé entre le piston et la pièce F une pression considérable, tout en n'employant en L qu'une force motrice relativement restreinte.

La presse hydraulique sert, dans l'industrie, à réduire la pulpe de bois en ballots très comprimés, à extraire à froid l'huile de lin, à éprouver les chaudières des machines à vapeur, etc.

Poussée des liquides.—Puisque la pression se transmet *dans tous les sens*, on doit s'attendre, comme conséquence du principe que nous venons d'énoncer, à ce qu'elle s'exerce de *bas en haut*: c'est ce qu'on appelle la *poussée* des liquides. Elle est égale et contraire, en tous les points de la masse liquide, à la pression de haut en bas, et augmente, par suite, avec la profondeur.

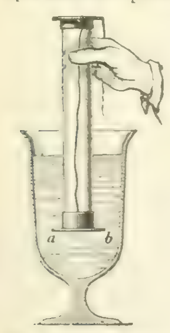


Fig. 162.—Poussée des liquides.

On démontre l'existence de cette poussée en enfonçant dans un vase plein d'eau un cylindre fermé par un obturateur mobile *ab* (Fig. 162); celui-ci, malgré son poids, reste adhèrent au cylindre.

Pression sur le fond et les parois des vases.—La pression qu'un liquide exerce sur le fond d'un vase ne dépend

pas de la forme du vase ni de la quantité du liquide, mais seulement de la *hauteur* de ce liquide et de la *grandeur* ou des *dimensions du fond*.

Les liquides pressent aussi sur les parois latérales, puisque la pression due à leur poids se transmet dans tous les sens. Pour démontrer ce fait, on perce une ouverture dans la paroi d'un vase contenant de l'eau ; on voit alors le liquide s'échapper au dehors (Fig. 163) avec d'autant plus de force que l'ouverture est plus éloignée du niveau supérieur de l'eau, ce qui prouve que la pression latérale augmente avec la profondeur du liquide.

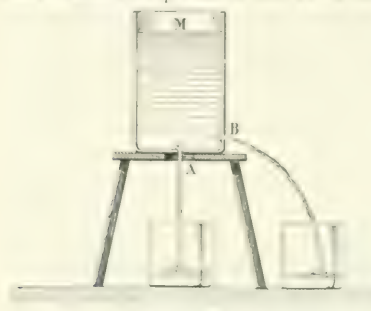


Fig. 163. — Pression latérale exercée par les liquides.

On trouve une application de la pression latérale dans les digues, les écluses, qu'on peut assimiler aux parois latérales d'un vase. La pression de l'eau, qui augmente avec la profondeur, sera par suite très grande sur la partie inférieure de la chaussée.

ÉQUILIBRE DES LIQUIDES. — La surface d'un liquide en équilibre ou en repos dans un vase est toujours *plane et horizontale*.

Si l'on verse, dans un même vase, plusieurs liquides non susceptibles de se mélanger, comme du mercure, de l'eau et du pétrole, ils se superposent par ordre de densité, le plus lourd occupant le fond du vase et les autres se disposant au-dessus

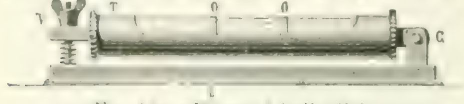


Fig. 164. — Niveau à bulle d'air.

selon leur poids, et ils se séparent par une surface plane et horizontale. Dans l'exemple cité, le mercure se tient au fond du vase, puis, immédiatement au-dessus, se superposent l'eau et le pétrole. Le *niveau à bulle d'air*,

employé par les menuisiers et les maçons, est une ampoule allongée en verre (Fig. 164) légèrement bombée à la partie supérieure et presqu'entièrement remplie d'un liquide très mobile, comme de l'alcool ou de l'éther. Une bulle d'air, plus légère que le liquide, se porte toujours à la partie supérieure du vase et vient se placer en O, lorsque la base L de l'appareil est horizontale.

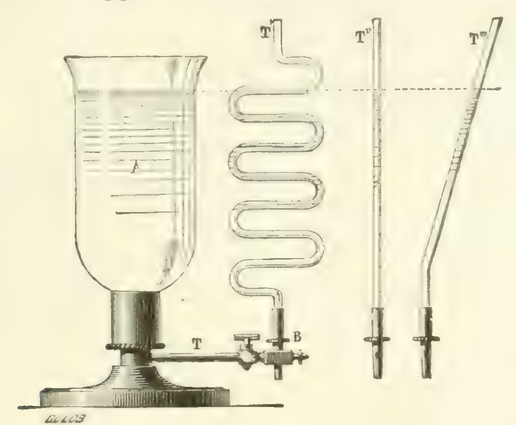


Fig. 165. — Vases communiquants.

¶ Dans les vases ou tubes communiquant par leur partie inférieure, comme on le voit dans la figure 165, les surfaces libres d'un même liquide sont dans un même plan

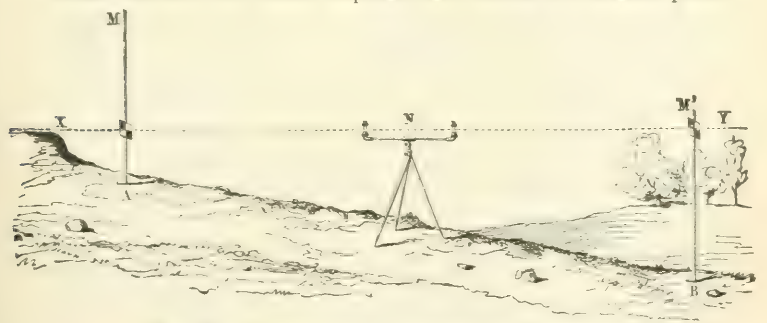


Fig. 166. — Niveau d'eau et opération du nivellement.

horizontal ou sur le même niveau, quelles que soient la forme de ces vases et la quantité de liquide contenue dans chacun d'eux.

Ce principe est appliqué dans le *niveau d'eau* employé par les arpenteurs pour faire des nivellements. La figure 166 fait voir que la ligne X X Y passant par les surfaces libres du liquide contenu dans le niveau est nécessairement horizontale.

Il en est de même des *aqueducs* ; la source étant plus élevée que les endroits où se fait la distribution, l'eau tend à jaillir jusqu'au niveau du point de départ.

PRINCIPE D'ARCHIMÈDE.—Quand on immerge complètement un corps quelconque dans l'eau, on s'aperçoit facilement que ce corps pèse moins que dans l'air ; il semble perdre une partie de son poids. Quelle est la cause de cette perte apparente ?

Un corps, plongé dans un liquide, est soumis à deux forces contraires : la première, qui est la pesanteur, tend à l'enfoncer dans le liquide, tandis que l'autre, venant du liquide lui-même, cherche à le soulever vers la surface. Cette seconde force est tout simplement la *poussée* du liquide, et, comme Archimède l'a démontré, elle est équivalente au poids de l'eau dont le corps prend la place ; cette poussée de bas en haut sera égale, par exemple, au poids de 2 livres, si le corps immergé déplace 2 livres d'eau. On comprend donc pourquoi, dans ces conditions, le poids du corps est diminué.

Le principe d'Archimède, d'après ce qui précède, peut s'énoncer de la façon suivante :

Tout corps plongé dans un liquide perd une partie de son poids égal au poids du liquide qu'il déplace.

APPLICATIONS DU PRINCIPE D'ARCHIMÈDE.—Ce principe nous fait comprendre pourquoi certains corps s'enfoncent dans l'eau tandis que d'autres flottent à la surface.

Un corps s'enfonce dans l'eau lorsque son poids est supérieur à la poussée qu'il subit de la part du liquide, ce qui a lieu lorsque le corps, à volume égal, est plus pesant que le liquide. C'est pour cette raison que le fer, les pierres, etc., vont au fond de l'eau.

Si la poussée du liquide est plus grande que le poids du corps, ce qui arrive lorsque celui-ci est plus léger que le volume d'eau qu'il déplace, le corps ne peut rester immergé : il monte à la surface, et une partie sort à l'extérieur jusqu'à ce que la poussée soit égale à son poids, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il déplace un volume d'eau qui pèse autant que lui. On a alors ce qu'on appelle un corps *flottant*. C'est de cette façon que se comportent dans l'eau le bois, la cire, le liège, le caoutchouc, parce que ces différentes substances sont toutes plus légères que l'eau. Il en est ainsi des navires, même de ceux que l'on construit en fer : c'est à cause de leurs formes vastes et arrondies que ces batiments déplacent un volume d'eau assez lourd pour équilibrer leur propre poids.

Les appareils de sauvetage en liège et en caoutchouc permettent à l'homme de flotter sur l'eau, parce qu'ils augmentent, sans modifier sensiblement le poids de celui-ci, le volume de l'eau déplacée.

CHAPITRE II

GAZ ET ACOUSTIQUE

I.—Les gaz, l'atmosphère

PROPRIÉTÉS DES GAZ.—Les gaz sont des fluides aériformes, c'est-à-dire qui ressemblent à l'air, impalpables, incolores pour la plupart, et dont la principale propriété est ce qu'on appelle la *force expansive*. Les particules qui les composent semblent se repousser mutuellement ; ils tendent donc à augmenter l'espace qu'ils occupent et à briser les parois des vases qui les contiennent. Une vessie contenant un peu d'air et placée sous une cloche dans laquelle on fait le vide (Fig. 167), se gonfle sous l'effort de la force expansive du gaz intérieur.

On peut appliquer aux gaz les lois fondamentales de l'hydrostatique. Une bulle de savon, sous la pression de

l'air que l'on souffle, prend la forme d'une sphère, parce que cette pression, en vertu du principe de Pascal énoncé plus haut, se transmet également dans toutes les directions.



Fig. 167.—Force expansive des gaz.

Il en est de même du principe d'Archimède : tout corps, plongé dans une masse gazeuse, subit une poussée de bas en haut égale au poids du volume gazeux qu'il déplace, ce qui fait varier quelque peu son poids apparent. Une bulle de savon, gonflée avec de l'air, flotte à la surface d'un gaz très dense, comme une balle de liège sur l'eau ; gonflée avec un gaz plus léger que l'air, par exemple avec du gaz d'éclairage, elle s'élève rapidement comme un ballon. Nous insisterons plus loin sur ce phénomène lorsque nous traiterons des aérostats.

Poids des gaz.—Il ne faut pas croire que l'air et les autres gaz, parce qu'ils sont légers, soient dénués de poids; la pesanteur agit sur toutes les substances matérielles, qu'elles soient solides, liquides ou gazeuses. Une expérience très simple nous permet de constater le poids de l'air.



Fig. 168.—Poids des gaz.

La figure 168 fait voir une partie du fléau d'une balance auquel on a accroché un ballon de verre entièrement vide d'air. On place dans l'autre plateau, invisible dans la

figure, mais qu'on peut facilement se représenter, des poids qui font équilibre au ballon.

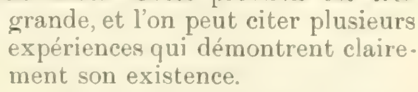
Cela fait, on ouvre le robinet R, l'air extérieur se précipite dans le ballon, et l'on voit immédiatement la balance s'incliner du côté de celui-ci, ce qui est dû évidemment au poids de l'air introduit dans le ballon.

COMPOSITION DE L'ATMOSPHÈRE.—On appelle *atmosphère* l'air que nous respirons, cette enveloppe gazeuse qui entoure la Terre de toutes parts.

L'air est un mélange de plusieurs gaz dont les deux principaux sont l'oxygène et l'azote; c'est grâce à la présence de l'oxygène dans l'air que peuvent s'effectuer les combustions à la surface du sol, et c'est lui aussi qui entretient la respiration des hommes et des animaux.

HAUTEUR DE L'ATMOSPHÈRE.—On admet universellement que l'atmosphère est limitée, mais les physiciens sont loin de s'accorder lorsqu'il s'agit d'évaluer la hauteur de la couche gazeuse au milieu de laquelle nous vivons. Quelques-uns croient que cette hauteur ne dépasse pas 15 à 20 lieues, tandis que d'autres, en se basant sur certains phénomènes particuliers, lui assigneraient une épaisseur de plus de 100 lieues.

PRESSION DE L'ATMOSPHÈRE.—Nous sommes placés sur la Terre, à la partie inférieure de cette masse gazeuse que nous avons appelée *atmosphère*. Celle-ci, composée de particules pesantes, doit donc exercer sur nous et sur tous les autres corps une pression qui dépend du poids de la masse d'air accumulée. Cette pression est très


grande, et l'on peut citer plusieurs expériences qui démontrent clairement son existence.

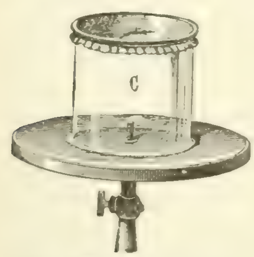


Fig. 169. – Crève-vessie.

La première est celle du *crève-vessie* (Fig. 169). On place sur la machine pneumatique un manchon de verre C dont la partie supérieure est fermée par une membrane de baudruche, pellicule très mince que l'on extrait de l'intestin des vaches. Si l'on enlève l'air intérieur du

manchon en faisant fonctionner la machine, on voit la membrane se courber en dedans, parce que la pression de l'air extérieur n'est plus contrebalancée par une pression égale au-dessous de la membrane, et celle-ci ne tarde pas à se briser avec un bruit sec.

Les *hémisphères de Magdebourg* prouvent également le même phénomène de la pression atmosphérique. On appelle ainsi deux hémisphères en cuivre (Fig. 170) qui peuvent s'appliquer exactement l'un sur l'autre et dans l'intérieur desquels on fait le vide. On éprouve alors une grande résistance pour les séparer, à cause de la pression de l'air qui s'exerce sur toute leur surface.

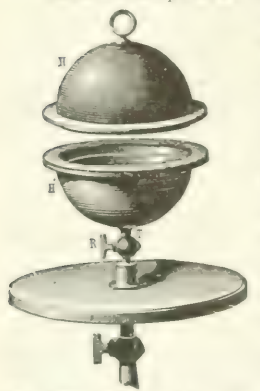


Fig. 170. Hémisphères de Magdebourg.

VALEUR DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.—On peut mesurer la pression de l'air, en même temps que l'on démontre son existence, par une curieuse expérience due au physicien italien Torricelli, disciple de Galilée.

Pour répéter cette expérience, on prend un long tube de verre (Fig. 171) fermé à un bout, on le remplit de mercure, liquide environ $13\frac{1}{2}$ plus lourd que l'eau, et, après avoir fermé la partie ouverte avec le doigt, on le renverse comme l'indique la figure 171. Cela fait, on plonge cette même extrémité dans un vase contenant également du mercure, et l'on retire le doigt. L'on constate alors que tout le mercure ne tombe pas, mais qu'une colonne d'environ 30 pouces de longueur reste suspendue, comme soutenue par une force invisible.

La pression de l'air qui s'exerce sur le mercure du vase maintient en équilibre la colonne de mercure dans le tube, et, par suite, le poids de cette colonne peut servir à mesurer la pression qui lui est équivalente. Or, l'on sait qu'une colonne de mercure d'un pouce carré de section et longue de 30 pouces pèse à peu près 15 livres; telle est donc la pression que supporte, de la part de

l'atmosphère, chaque surface d'un pouce carré du mercure du vase, et, par suite, de tous les corps soumis à cette pression.

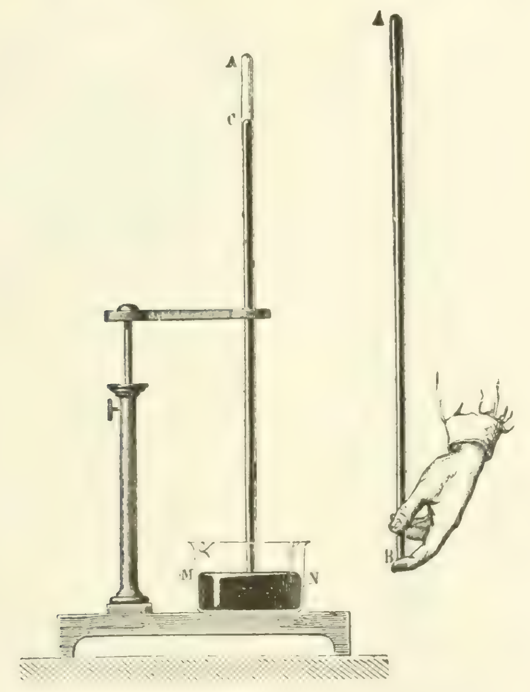


Fig. 171.—Expérience de Torricelli

On déduit de cette mesure que la pression qui s'exerce sur le corps humain est d'environ 35,000 livres, pression énorme sans doute, mais dont nous n'avons pas conscience, parce qu'elle agit sur toute la surface du corps, à l'extérieur, à l'intérieur et dans toutes les directions.

Baromètre.—Cet instrument, d'un usage si fréquent, n'est rien autre chose qu'un tube de Torricelli perfectionné permettant de mesurer avec précision la pression de l'air et d'enregistrer ses variations.

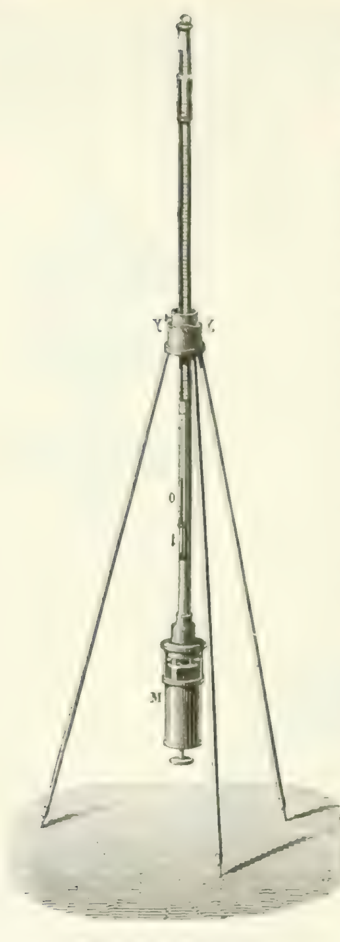


Fig. 172. — Baromètre.

La figure 172 représente un baromètre très employé dans les laboratoires. Le tube de verre, protégé par une gaine métallique, plonge dans le mercure de la cuvette M qui tient lieu du vase M N de la figure précédente. On cherche surtout, dans ces appareils, à mesurer exactement la longueur de la colonne de mercure maintenue en équilibre par la pression atmosphérique, puisque c'est par le poids du mercure soutenu que s'évalue cette pression. C'est dans ce but que la gaine métallique qui entoure le tube porte une graduation en pouces ou en centimètres.

On emploie aussi beaucoup les baromètres métalliques ou sans mercure, appelés encore *baromètres anéroïdes.* Ils sont très portatifs, très commodes à cause de leur faible volume, mais ils sont moins précis que les précédents (Fig. 173).

La pression de l'air s'exerce sur la face supérieure d'une boîte d'acier, vide d'air, parfaitement close, et à parois très minces et très élastiques. Il en résulte, à chaque variation dans la pression atmosphérique, des mouvements de hausse et de baisse que l'on communique à une aiguille, au moyen

d'un système de leviers et d'un ressort. Le cadran, devant lequel se meut l'aiguille, est gradué par comparaison avec un baromètre à mercure.

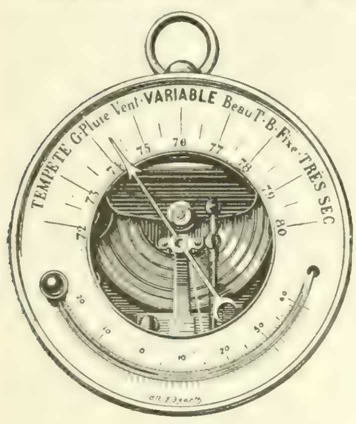


Fig. 173.—Baromètre métallique.

Mesure des hauteurs.—Il est facile de comprendre que le baromètre doit baisser, lorsqu'on transporte l'instrument sur une montagne; la pression de l'air, en effet, diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, parce qu'on laisse au-dessous de soi une couche d'air qui ne presse plus sur le mercure de la cuvette. Il résulte de ce phénomène que le baromètre peut servir à mesurer les hauteurs. Cette mesure des différences de niveau s'obtient par des calculs assez compliqués sur lesquels il n'est pas nécessaire d'insister. Les baromètres métalliques portent souvent une graduation particulière qui permet de lire directement, d'après la position de l'aiguille, la hauteur à laquelle l'instrument a été porté.

Variations barométriques et prévision du temps.—L'observation constante du baromètre a fait voir que la colonne de mercure ne se tient pas toujours à la même hauteur, et que, par conséquent, la pression atmosphérique est sujette à des variations continuelles. Ces variations sont dues presque exclusivement à la distribution fort changeante de la chaleur dans l'atmosphère, parce que ce sont les changements de température de l'air qui font varier son poids.

On a remarqué de plus qu'il existe une certaine coïncidence entre les variations barométriques et l'état du ciel, et c'est pour cette raison qu'on a songé à se servir du baromètre pour prévoir le beau et le mauvais temps.

On a inscrit dans ce but, sur certains instruments, comme on le voit dans la figure 173, les indications *variable*, *beau temps*, *beau fixe*, *très sec*, *grande pluie*, etc.

On admet assez généralement que l'approche du beau temps fait monter le baromètre, tandis que l'arrivée de la pluie le fait baisser, et l'on peut prévoir, d'une façon assez sérieuse, les changements dans l'état du ciel, si l'on a soin d'observer, pendant un intervalle de temps assez long, le *sens du mouvement* de la colonne barométrique.

Toutefois, il serait imprudent de se fier aveuglément aux indications du baromètre, parce que les conditions météorologiques de l'atmosphère sont extrêmement complexes; le baromètre, en réalité, n'est sensible qu'aux variations de pression qui se manifestent dans l'air.

Les prédictions météorologiques sérieuses ne peuvent se faire que par l'étude simultanée des conditions atmosphériques de tout un continent. C'est dans ce but que les différents observatoires des Etats-Unis sont réunis par le télégraphe à un bureau central établi à Washington. A ce dernier endroit, on reçoit tous les jours le résultat des observations exécutées dans chaque localité, on les inscrit sur une carte de l'Amérique du Nord et l'on voit d'un seul coup d'œil l'état du ciel, la pression barométrique, la direction des vents, la marche des tempêtes, etc., dans tout le continent. C'est de ce bureau central que partent les prédictions pour les prochaines 24 heures, et ces prédictions, fondées sur une connaissance certaine de l'état général de l'atmosphère, ont une valeur scientifique incontestable.

Machine pneumatique.—La *machine pneumatique* a pour objet, non pas précisément de faire le vide—le vide parfait est impossible—, mais de raréfier l'air ou les gaz contenus dans un espace donné.

La figure 174 représente une machine pneumatique américaine. Elle se compose d'un cylindre P communiquant par un tube recourbé avec le réservoir V d'où l'on veut enlever l'air; en manœuvrant le levier L, on donne un mouvement de va et vient à un piston qui glisse à

frottement doux dans l'intérieur du cylindre ou corps de pompe. L'appareil contient en outre deux soupapes, l'une placée à l'extrémité du tube S, à la base du corps de pompe, et l'autre qui ferme une ouverture pratiquée dans le piston lui-même.

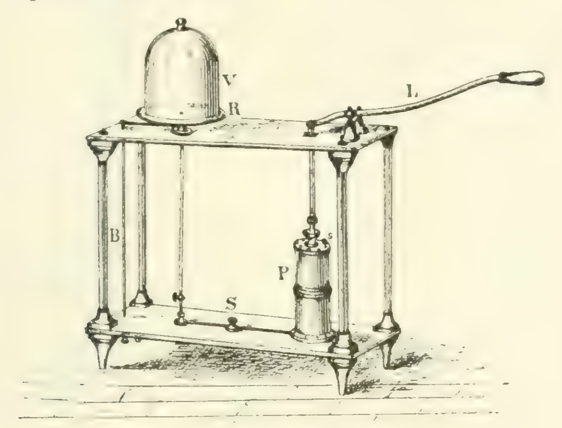


Fig. 174.—Machine pneumatique.

On peut faire un vide relatif et même très grand avec cette machine, grâce à la force expansive des gaz. En effet, si l'on soulève le piston dans le corps de pompe, le vide se fait derrière lui, et l'air de la cloche V, tendant à occuper le plus grand volume possible, ouvre la soupape du cylindre et se précipite dans ce dernier à la suite du piston. Celui-ci, en descendant, comprime l'air qu'il y a en-dessous de lui, la soupape se lève et l'air est expulsé à l'extérieur. Après un nombre plus ou moins grand de coups de piston, on réussit à faire un vide assez parfait dont on mesure la valeur avec le tube barométrique B.

Pompe de compression.—La *pompe de compression* fonctionne à l'inverse de la machine pneumatique et a pour but d'accumuler une grande quantité d'air dans un espace donné.

On voit dans la figure 175 une *pompe à main* employée dans les laboratoires à la fois comme machine à

comprimer et à raréfier l'air. La tubulure inférieure C communique avec l'air extérieur ou un réservoir dans lequel on veut faire le vide, et l'autre A avec un récipient quelconque où l'air va se comprimer. Ces tubulures sont fermées par des soupapes coniques à ressort s'ouvrant en sens inverses. Le mouvement ascendant du piston fait le vide dans le réservoir de gauche, tandis que le mouvement de descente comprime l'air introduit et le refoule dans le récipient de droite.

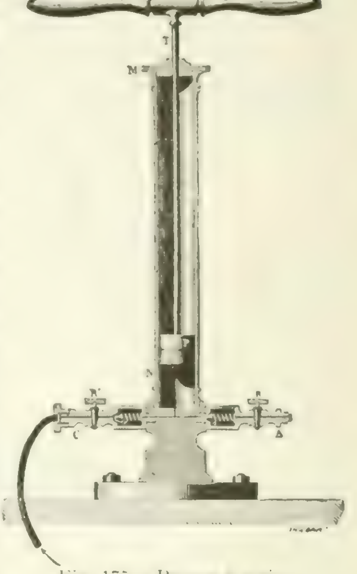


Fig. 175. — Pompe à main.

APPLICATIONS DE L'AIR COMPRIMÉ. — On emploie beaucoup dans l'industrie, et pour une foule d'usages, l'air comprimé.

C'est par l'air comprimé que, dans la construction des piles des ponts à eau profonde, on peut chasser l'eau des caissons dans lesquels les ouvriers travaillent à pieds secs.

On se sert de l'air comprimé dans les *grandes orgues modernes*, dans les *horloges pneumatiques*, pour gonfler les pneumatiques des bicyclettes et des automobiles, etc.

Les *freins à air comprimé* des voitures de chemins de fer constituent une application importante de la force élastique de l'air sous pression. Une pompe de compression à vapeur, installée sur la locomotive, entretient à un degré suffisant de tension de l'air comprimé dans des réservoirs placés sous les wagons, et c'est de là que l'air agit sur les freins de toutes les roues à la fois.

POMPES.—Les pompes sont des appareils destinés à élever l'eau. Nous décrirons rapidement la *pompe aspirante*, et la *pompe aspirante et foulante*.

POMPE ASPIRANTE.—La *pompe aspirante*, comme l'indique la figure 176, se compose d'un corps de pompe P dans lequel on fait mouvoir un piston ; ce piston est percé d'une ou plusieurs ouvertures fermées par des soupapes Z qui s'ouvrent de bas en haut. Le corps de pompe est muni d'un tuyau C dont l'extrémité inférieure plonge dans l'eau que l'on veut élever, et dont l'autre peut se fermer par une soupape Z' qui se meut, comme celles du piston, de bas en haut.

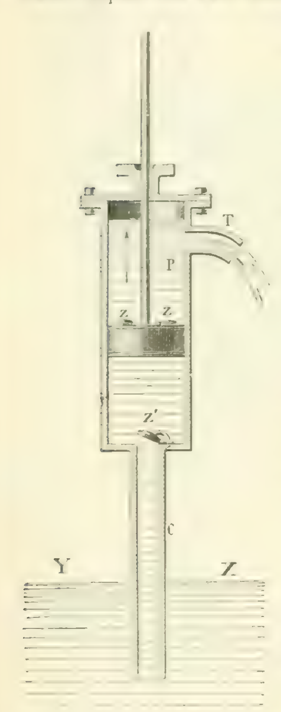


Fig. 176.—Pompe aspirante.

Un instant de réflexion suffit pour comprendre le fonctionnement de cette pompe.—C'est la pression de l'air qui fait monter l'eau lorsqu'on fait mouvoir le piston. Supposons, en effet, que l'on abaisse le piston jusqu'à la base du corps du pompe, et qu'ensuite on le soulève ; comme l'air ne peut entrer d'aucune part, le vide se fait au-dessous du piston, l'air contenu dans le tube d'aspiration C, cherchant toujours à occuper le plus d'espace possible, se précipite dans le corps de pompe, sa pression devient plus faible, et, par suite, inférieure à celle qui s'exerce en X Y, sur l'eau du puits. Cette pression extérieure de l'air fera donc monter l'eau dans le tube, et après un certain nombre de coups de piston, le liquide pénètrera dans le corps de pompe. La pompe est alors *amorcée* ; le piston, en s'abaissant de nouveau, comprime l'eau, et celle-ci, forçant les soupapes Z à s'ouvrir, passe au-dessus du piston ; ce dernier, en remontant, soulève l'eau et la déverse par l'orifice latéral.

Une pompe de ce genre ne peut aspirer l'eau qu'à une hauteur d'environ 25 à 26 pieds.

POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE. — La *pompe aspirante et foulante* se distingue de la précédente par le fait que le piston M est plein et que le corps de pompe est muni, à sa base, d'un tube latéral de déversement muni d'une soupape Z pouvant se mouvoir de dedans en dehors (Fig. 177).

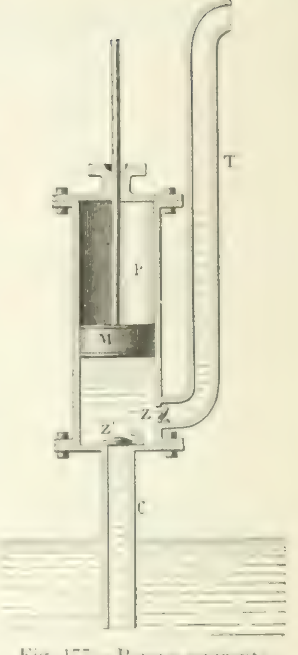


Fig. 177. — Pompe aspirante et foulante.

Grâce à la pression atmosphérique, le piston, par son mouvement de va et vient, aspire l'eau d'abord dans le corps de pompe, puis, en descendant, la *refoule*, en forçant la soupape Z à s'ouvrir, dans le tube latéral T.

Les *pompes à incendie* sont des pompes aspirantes et foulantes dont les pistons sont mus par des machines à vapeur.

AÉROSTATS. — Les *aérostats* ou *ballons* sont des appareils qui peuvent s'élever dans l'atmosphère, parce qu'ils pèsent moins que le volume d'air qu'ils déplacent.

Les premiers ballons furent inventés par les frères Montgolfier, fabricants de papier à Annonay, France. On les construisait en cousant ensemble des fuseaux de toile doublés de papier ou recouverts de peinture, et l'on donnait à l'appareil la forme d'un globe. On gonflait ces ballons, qu'on a appelés *montgolfières*, avec de l'air chaud, plus léger que l'air froid, en faisant brûler, au-dessous de l'ouverture inférieure, de petits morceaux de bois, ou bien de la paille et du papier mouillés.

Ces appareils très difficiles à manœuvrer et très exposés à prendre feu, n'ont servi, pour transporter des voyageurs, qu'au début de leur invention. De nos jours,

on construit des montgolfières en papier de soie que l'on gonfle et qu'on éclaire avec du pétrole enflammé ; elles figurent fréquemment dans les fêtes publiques.

Les *ballons proprement dits* ou *aérostats*, les seuls employés aujourd'hui, se composent d'une enveloppe imperméable de taffetas de soie verni, en forme de boule ou de poire, que l'on gonfle avec de l'hydrogène ou du gaz d'éclairage, tous deux plus légers que l'air. Les voyageurs, qu'on appelle *aéronautes*, se placent dans une *nacelle*, sorte de panier en osier que l'on suspend au ballon au moyen d'un filet de cordes qui embrasse toute la partie supérieure de l'appareil; de cette façon, la charge est repartie sur une grande surface.

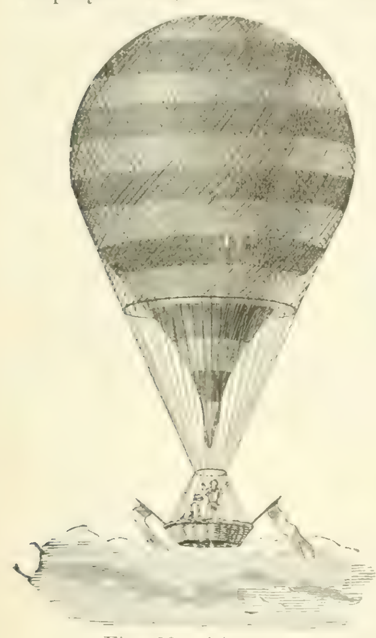


Fig. 178.—Aérostat.

Les aérostats sont munis d'une *soupape*, avec laquelle on peut dégager une ouverture au sommet du ballon, pour permettre au gaz de s'échapper à l'extérieur; la nacelle contient des sacs de sable qui servent de *lest*, et une *ancre* pour *prendre terre* au retour d'une excursion dans les airs.

L'ascension des aérostats s'explique par le principe d'Archimède que nous avons énoncé plus haut.—Supposons une boule de bois placée au fond d'un vase plein d'eau : l'on sait que cette boule, par suite de la poussée du liquide, ne restera pas là, si on l'abandonne à elle-même ; elle va monter à travers l'eau et viendra flotter à la surface. Le même phénomène se passe pour les ballons, parce que le principe d'Archimède s'applique

également aux gaz. Le ballon, plongé dans l'air et gonflé d'un gaz très léger, déplace un volume d'air qui pèse plus que lui, de même que la boule de bois déplace un volume d'eau dont le poids est supérieur au sien. La poussée de l'air l'emporte donc sur le poids total de l'appareil, et le ballon s'élève à une très grande hauteur, jusqu'à ce que, par suite de la diminution du poids de l'air dans les hautes régions, le volume d'air déplacé ait le même poids que le sien. L'aérostat pourra encore s'élever plus haut, si on le rend plus léger en jetant du lest. On jette aussi du lest, lorsque le ballon descend trop vite, et au-dessus d'endroits dangereux, par exemple au-dessus d'un fleuve ou de la mer. Si l'aéronaute veut descendre, il dégonfle partiellement le ballon, en ouvrant la soupape, ce qui permet à une certaine quantité de gaz de sortir.

Dans les ballons modernes, dits *ballons dirigeables*, on peut, outre les mouvements de montée et de descente, faire mouvoir l'appareil horizontalement au moyen d'hélices mues par des moteurs à pétrole ou à gazoline analogues à ceux des automobiles.

II.—Acoustique

Objet de l'acoustique.—L'*acoustique* étudie les différents sons produits par les vibrations des corps élastiques ; elle s'occupe aussi de la propagation et des qualités du son.

Cause du son.—Pour bien comprendre comment le son peut se produire, supposons, comme on le voit dans la figure 179, une tige d'acier fixée à un étau par son extrémité inférieure N. Saisissons-la à l'autre bout, courbons-la quelque peu et abandonnons-la ensuite à elle-même.

Tout le monde sait, d'une part, que la tige ne reste pas courbée, mais qu'elle tend à revenir à sa première position. On sait également, d'autre part, qu'elle ne s'arrête pas à cette position, mais qu'elle la dépasse, se courbe de l'autre côté revient sur elle-même, se courbe

de nouveau, et ainsi de suite. En un mot, elle exécute, avant de s'arrêter, une série de mouvements très rapides qu'on appelle des *vibrations*. Ce sont ces vibrations qui sont la cause du son, qui produisent sur l'oreille, par l'intermédiaire de l'air, la sensation du son, pourvu qu'elles soient assez rapides. Le pendule d'une horloge, bien qu'il oscille, ne produit pas de son, parce qu'il se meut trop lentement.

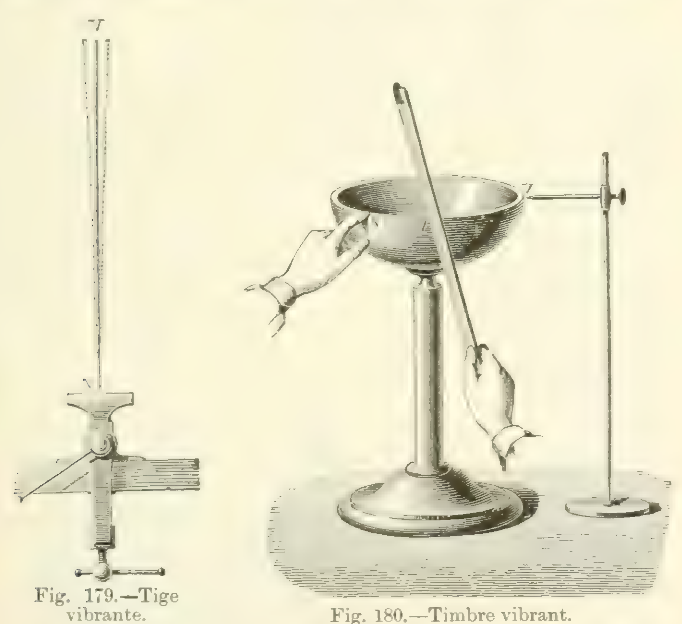


Fig. 179.—Tige vibrante.

Fig. 180.—Timbre vibrant.

QUELQUES EXPÉRIENCES.—Il est facile de prouver, par quelques expériences très simples, que les vibrations rapides des corps élastiques produisent des sons, ou, si l'on veut, que le son est toujours causé par les vibrations des corps élastiques.

1° On fait rendre un son à un *timbre* (Fig. 180) en l'attaquant avec un archet, puis on approche lentement une pointe métallique de ses parois ; on entend alors les

chocs rapides du timbre sur la pointe, ce qui montre qu'il est réellement en vibrations.

2° On fait vibrer une corde de violon ou de violoncelle. Si cette corde est assez longue, on voit distinctement les vibrations à l'œil. La démonstration est plus saisissante, si l'on place, à cheval sur la corde, de petits chevrons de papier : dès que la corde rend un son, lorsqu'on l'ébranle avec le doigt ou avec un archet, les petits cavaliers de papier sont projetés en l'air.

Son et bruit.—Il ne faut pas confondre le son avec le bruit, bien que, dans certaines circonstances, il soit difficile de les distinguer nettement. Tout le monde saisit une différence entre les sons musicaux rendus par un piano ou un violon et le bruit causé par une chaise qu'on glisse sur un parquet, le murmure de la mer, le bruit d'un fusil ou d'un canon.

Le son proprement dit est le résultat de vibrations régulières, comme celles d'une tige d'acier fixée par un bout, tandis que le bruit provient de vibrations irrégulières, ou bien se compose d'un mélange de sons discordants. Ajoutons qu'une oreille exercée peut percevoir, dans certains bruits, de véritables notes de musique et classer dans l'échelle musicale ce qui, pour la plupart des gens, ne produit que l'impression d'un bruit confus.


Fig. 181. - Son dans le vide.

Propagation du son.—Pour entendre un son, il ne suffit pas qu'il y ait, dans le voisinage, un corps en vibrations ; il faut encore que les vibrations de ce corps soient transportées à l'oreille par un intermédiaire, par un milieu susceptible de vibrer lui-même.

Le son, en effet, *ne se propage pas dans le vide.* Pour démontrer ce fait, on se sert d'un mécanisme d'horlogerie faisant mouvoir un marteau qui vient frapper un timbre (Fig. 181); on place le petit appareil sur un coussin de laine ou de coton et on le recouvre

avec une cloche d'où on extrait l'air avec la machine pneumatique. Au moyen d'une tige qui traverse la cloche, on fait partir le mécanisme, et l'on constate que le son n'est presque plus perceptible, bien qu'on voie le marteau frapper le timbre.

Il faut donc un milieu élastique pour transporter le son à l'oreille, et ce milieu peut être gazeux, liquide ou solide.

Ordinairement, c'est par l'air que les sons arrivent à nos oreilles. Les corps, par leurs vibrations, frappent l'air, produisent dans ce milieu des *ondes*, des espèces de vagues invisibles qui ressemblent à celles de la mer ; ces vagues se transportent dans toutes les directions avec une grande rapidité et viennent faire vibrer une petite membrane très sensible, appelée *membrane du tympan*, située au fond de l'oreille.

Les *liquides*, l'eau en particulier, transmettent aussi les sons : c'est pour cette raison que les plongeurs entendent très bien les bruits et les sons qui se produisent dans l'eau ou à l'extérieur. On prouve la propagation du son par l'eau en plongeant le pied d'un diapason dans l'eau d'un vase qui repose sur une caisse de résonance (Fig. 182) ; les vibrations du diapason se transmettent facilement à la caisse par l'intermédiaire de l'eau.

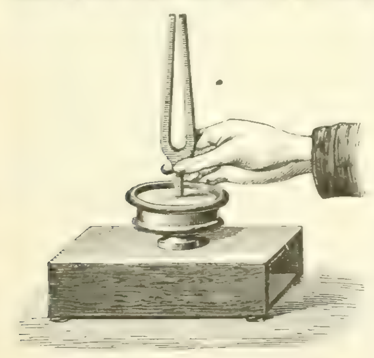


Fig. 182. — Transmission du son par les liquides.

Il en est de même, enfin, pour les *solides* élastiques, et la transmission du son par ces corps est plus fidèle que par les liquides et les gaz. Le bruit que fait un train de chemin de fer pendant sa marche s'entend de très loin, si l'on applique l'oreille sur les rails. On constate souvent aussi que les sons, dans une même maison, se propagent facilement d'une chambre à

l'autre, lorsque les planchers sont construits avec les mêmes pièces de bois.—Appuyons notre oreille sur le bout d'une longue tige de bois : si quelqu'un vient gratter légèrement l'autre extrémité avec une pointe d'épingle, on entend parfaitement bien ce son pourtant si faible.

Les solides, pour transmettre les sons, doivent être élastiques. Les corps non élastiques, comme la laine, les draperies, ne conduisent pas le son.

VITESSE DU SON.—L'expérience démontre que l'on n'entend pas immédiatement les sons qui se produisent à une certaine distance ; l'ébranlement communiqué à l'air par les vibrations des corps sonores prend un temps appréciable pour franchir un espace donné. Regardons, de loin, un cultivateur qui frappe, avec une lourde masse, sur la tête d'un piquet de clôture : on entend le son quelques instants après que la masse s'est abaissée sur le piquet ; le son a donc pris un temps assez long pour parvenir jusqu'à l'oreille. C'est pour la même raison qu'on voit la vapeur qui s'échappe du sifflet d'un navire éloigné, ou qu'on aperçoit la fumée d'un fusil, avant d'entendre les sons produits dans l'un et l'autre cas, et qu'enfin on voit généralement, dans les orages, l'éclair avant d'entendre le tonnerre.

La propagation du son dans l'air n'est donc pas instantanée ; elle se fait avec une certaine vitesse. Quelle est cette vitesse, c'est-à-dire quel est l'espace parcouru dans l'air par le son en une seconde ?

Cette vitesse est d'environ 1100 pieds, ou, en chiffre rond, 6 arpents par seconde.

Dans l'eau, la vitesse du son est un peu plus de 4 fois, et dans les solides, dans la fonte, en particulier, environ 10 fois et demie plus grande que dans l'air.

RÉFLEXION DU SON.—Nous avons déjà dit que le son se propage dans l'air sous forme de vagues analogues à celles de la mer ; ces vagues, lorsqu'elles rencontrent un obstacle rigide un mur de pierre, par exemple, rebondissent comme une balle de caoutchouc, et reviennent sur elles-mêmes pour se propager en sens contraire de leur première direction : c'est le phénomène de la *réflexion* du

son. Si le son frappe obliquement l'obstacle, les vagues ou *ondes réfléchies* prennent une direction déterminée par certaines lois. Les lois de la réflexion du son conduisent à des phénomènes remarquables. La figure 183 montre deux surfaces courbes, appelées *miroirs concaves*, disposées en face l'une de l'autre. Plaçons une montre en

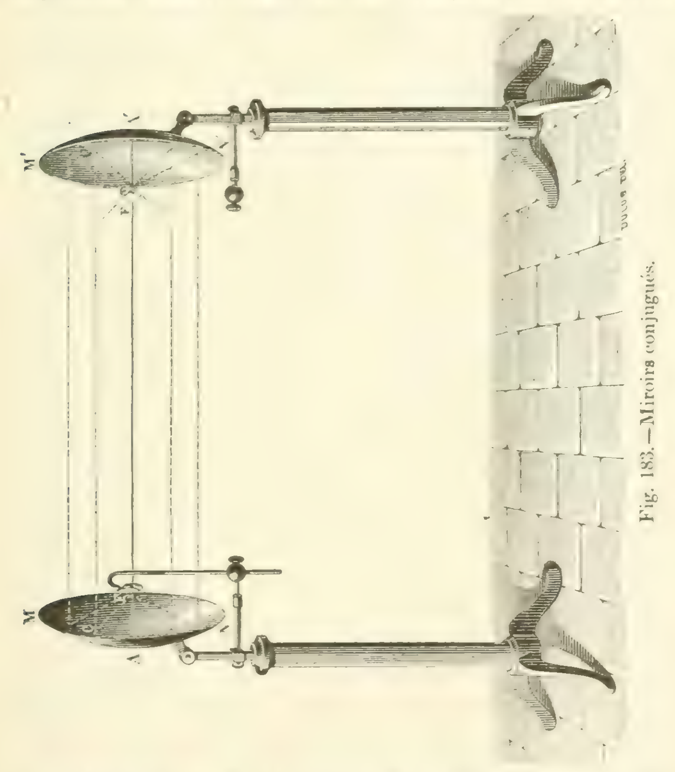


Fig. 183. — Miroirs conjugués.

un certain point F du miroir M ; les vagues sonores, produites par ce corps vibrant, vont se réfléchir sur le miroir, se propagent ensuite comme l'indiquent les lignes pointillées, sont réfléchies de nouveau par le deuxième

miroir M' et vont se concentrer en F'. L'oreille, placée en ce point, perçoit le tic-tac de la montre, tandis qu'à tout autre endroit, même plus rapproché de l'autre miroir, on n'entend rien : c'est l'expérience des *miroirs conjugués*. La réflexion du son explique le phénomène de l'*écho*.

Écho.—On appelle *écho* la répétition nette et distincte d'un son, par suite de sa réflexion sur un obstacle élastique. L'écho peut être produit par des arbres, des édifices, des falaises, des nuages, etc.

Pour que l'écho se fasse entendre, il faut que l'obstacle qui renvoie le son soit assez éloigné de l'endroit d'où il est parti ; autrement, le son réfléchi se confondrait avec le son direct, et il n'y aurait pas répétition nette et distincte. On admet que l'obstacle doit être à une distance de 110 pieds, et encore, dans ces conditions, l'écho n'a lieu que pour les sons très courts, comme le bruit d'un pistolet. La distance doit être double pour les sons articulés, et l'on entend alors la répétition des mots d'une seule syllabe ; des distances plus grandes permettent d'entendre deux ou trois syllabes.

Il arrive quelquefois que le même son est répété plusieurs fois : ce sont les *échos multiples*. Ils se produisent lorsqu'il y a plusieurs obstacles réfléchissants ; ce phénomène s'observe souvent sur les lacs entourés de forêts, ou entre les murs de deux édifices suffisamment éloignés.

Résonance.—On remarque que, dans les grandes salles et les pièces non meublées, les sons ne sont pas répétés distinctement, mais sont comme prolongés d'une manière confuse : c'est que les murs sont trop rapprochés pour produire l'écho, et le son réfléchi, empiétant sur le son direct, en augmente quelque peu la durée : c'est la *résonance*. La résonance de certaines églises rend la parole confuse ; elle est cause que les prédicateurs éprouvent souvent de grandes difficultés à se faire comprendre de leurs auditeurs.

Dans les salles ou chambres de petites dimensions, les sons directs et réfléchis se confondent à peu près

parfaitement, de sorte qu'il y a simplement *renforcement* du son. Les tentures, les draperies, qui ne réfléchissent pas les sons, détruisent la *sonorité* des pièces et les rendent *sourdes*.

QUALITÉS DU SON.—On distingue trois qualités du son : l'*intensité*, la *hauteur* et le *timbre*.

L'*intensité* ou *la force du son*, suivant qu'elle est plus ou moins considérable, produit sur l'oreille la sensation d'un son *fort* ou *faible*. Elle est le résultat de l'*amplitude des vibrations* : une corde tendue, écartée largement de sa position d'équilibre, rend des sons plus forts que si on ne fait que l'effleurer ; il en est de même d'un diapason que l'on frappe violemment sur un corps dur.

La *hauteur* du son est cette qualité qui fait qu'un son est plus ou moins *grave* ou *aigu* ; elle dépend du nombre des vibrations. Les sons très élevés ou aigus correspondent aux vibrations très rapides, tandis que les vibrations lentes produisent des sons graves.

Le *timbre* est cette qualité par laquelle deux sons de même intensité et de même hauteur se distinguent l'un de l'autre. C'est ainsi que l'on reconnaît les voix de deux personnes, bien qu'elles chantent la même chose sur le même ton et avec la même force. De même, personne ne confond le son du piano avec celui du violon.

On attribue la cause du timbre à des notes secondaires, appelées *harmoniques*, qui s'ajoutent au son principal et qui varient en force et en nombre dans les différents sons.

CHAPITRE III

CHALEUR ET PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES QUI DÉPENDENT DE LA CHALEUR

I.—Chaleur

EFFETS VARIÉS DE LA CHALEUR.—Lorsque plusieurs corps sont en présence les uns des autres, ils échangent de la chaleur, s'ils n'en contiennent pas des quantités égales ; un corps froid s'échauffe dans le voisinage d'un corps plus chaud que lui, et celui-ci laisse échapper de la chaleur dans toutes les directions.

La chaleur peut fondre et même vaporiser les corps lorsqu'elle est suffisamment intense ; ordinairement, elle augmente leur volume, c'est-à-dire qu'elle les dilate.

Tous les corps se dilatent par la chaleur, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux ; le bois, qui semble faire exception à cette règle générale, se contracte parce qu'il se dessèche et perd son humidité.

Le refroidissement produit l'effet contraire de la chaleur : il contracte les corps et diminue leur volume.

DILATATION DES SOLIDES, DES LIQUIDES ET DES GAZ.—1° *Dilatation des solides.*—Les solides, les métaux en particulier, se dilatent très peu, mais avec une grande force.

Le *pyromètre à cadran* (Fig. 184) permet de constater l'accroissement en longueur d'une tige métallique T

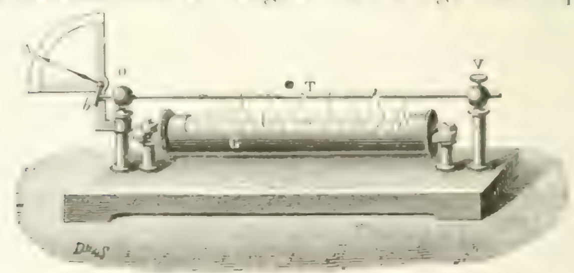
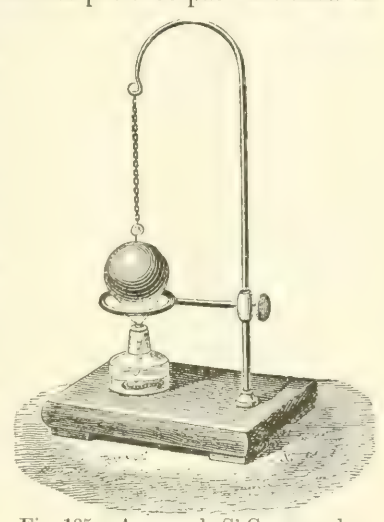


Fig. 184. — Pyromètre à cadran.

que l'on chauffe avec de l'alcool enflammé. La tige, en se dilatant, pousse sur la petite branche *b* d'un levier coudé A*b*, et l'on voit l'aiguille A se déplacer devant un cadran gradué.

La dilatation en volume est prouvée par l'*anneau de S' Gravesande* (Fig. 185); une sphère en cuivre passe exactement à travers un anneau, à la température ordinaire, mais refuse de le traverser lorsqu'on a quelque peu chauffé cette sphère avec une flamme à alcool, ce qui montre qu'elle s'est sensiblement dilatée.


Fig. 185.—Anneau de S' Gravesande.

On ne met pas immédiatement en contact deux bouts de rails, dans la construction des chemins de fer, parce qu'ils ne pourraient pas se dilater librement, et se courberaient sous l'influence de la chaleur. De même, on ne fixe pas complètement les feuilles de zinc qui recouvrent un toit ; on leur laisse *du jeu*, ce qui les empêche de se gonfler lorsqu'elles se réchauffent.

On prend les mêmes précautions pour l'ajustement des poutres en fer qui entrent dans la construction des ponts.

Un métal, qui s'est allongé par la chaleur, se contracte avec une énergie énorme par le refroidissement. Les charrons utilisent cette contraction pour fixer les cercles de fer qui embrassent les jantes en bois des roues ; ces cercles, une fois dilatés par une forte chaleur, sont placés sur les jantes et les enserrent fortement, lorsqu'on plonge le tout dans de l'eau froide.

On remarque que les horloges retardent en été et avancent en hiver, parce que la chaleur et le froid modifient la longueur du balancier. On corrige ce défaut par l'emploi des *pendules compensateurs*, dans lesquels on tire partie de l'inégale dilatation de différents métaux.

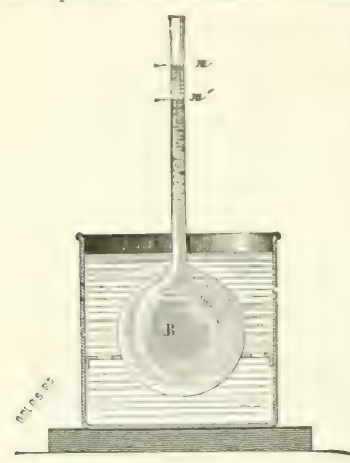


Fig. 186.—Dilatation des liquides.

2° *Dilatation des liquides.*—Les liquides se dilatent plus que les solides; telle est la dilatation du mercure qui peut occuper, dans les thermomètres, des volumes fort différents, suivant la température à laquelle il est exposé. Pour démontrer la dilatation des liquides, on plonge dans de l'eau chaude (Fig. 186) un ballon en verre muni d'un long tube et contenant un liquide coloré; on voit alors celui-ci monter dans le tube lorsque la chaleur de l'eau s'est propagée jusqu'à lui.

L'eau offre une particularité très curieuse. Contrairement aux autres liquides, l'eau, soumise au refroidissement, cesse de se contracter à 4° centigrades au-dessus de zéro, puis, si la température continue de s'abaisser, se dilate jusqu'au moment où elle se congèle. Elle est donc plus lourde à 4° qu'à son point de congélation, qui est 0°, et c'est pour cela que la glace flotte sur l'eau.

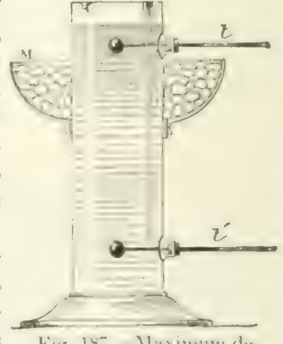


Fig. 187.—Maximum de densité de l'eau.

L'appareil de Hope, représenté dans la figure 187, permet d'observer ce phénomène. On refroidit de l'eau au moyen de glace placée dans le manchon M. Le

thermomètre t' s'abaisse jusqu'à 4° et reste ensuite stationnaire, tandis que l'autre t, à partir de ce moment, descend jusqu'à 0°. C'est donc à 4° que l'eau est la plus lourde, puisqu'elle se porte à la partie inférieure de l'éprouvette.

3° *Dilatation des gaz.*—Les gaz, enfin, se dilatent encore plus que les liquides ; le moindre accroissement de chaleur suffit pour augmenter considérablement leur volume. Si un gaz est placé dans un vase fermé qui l'empêche de se dilater, la chaleur a pour effet d'augmenter sa pression ou sa *force élastique.*

THERMOMÈTRES.—Les *thermomètres* sont des instruments qui servent à mesurer la température de l'air et des autres corps. Ils sont fondés sur ce principe que le mercure se dilate et se contracte très régulièrement, et l'on apprécie les variations de température de l'air par les variations de longueur qu'elles font éprouver à une colonne de mercure contenue dans un tube de verre.

Le thermomètre à mercure se compose d'un tube très fin en verre, fermé à l'extrémité supérieure et dont l'autre est soudée à une boule ou réservoir également en verre (Fig. 188). Le réservoir et une partie du tube contiennent du mercure, et ce dernier, en s'échauffant ou en se refroidissant, se déplace devant une graduation gravée sur le tube.

Pour graduer un thermomètre, on le plonge d'abord dans de la glace fondante : le mercure se contracte, et on marque zéro là où il s'arrête.

On place ensuite le thermomètre dans de la vapeur d'eau bouillante : le mercure s'échauffe, monte dans le tube, et, lorsqu'il cesse de se dilater, c'est-à-dire lorsqu'il a pris la température de la vapeur, on marque 100 au sommet de la colonne. Si l'on divise la longueur qui sépare les deux points zéro et 100 en 100 parties égales, on a ce qu'on appelle un thermomètre *centigrade*, usité en France.

100°

0°

Fig. 188.—Thermomètre.

On se sert, au Canada, du thermomètre *Fahrenheit*. Le zéro de ce thermomètre est déterminé par une température plus basse que celle de la glace fondante, et, à cette dernière température, il marque 32°. Dans la vapeur d'eau bouillante, il marque 212°. La température du sang, avec ce thermomètre, est d'environ 98°.

Les chiffres qui indiquent des températures au-dessus de zéro sont souvent précédés du signe +, et ceux des températures en-dessous de zéro, du signe —.

Le mercure gèle à —40°; dans les pays très froids, comme au Klondyke, on se sert de thermomètres à alcool, parce que ce liquide se congèle beaucoup plus difficilement que le mercure.

Fusion.—On appelle *fusion* la liquéfaction d'un solide sous l'influence de la chaleur.

Il y a certains corps qu'on ne peut pas fondre, parce qu'ils se décomposent par la chaleur; tels sont le papier, la laine, le bois.

On est parvenu à fondre, avec la haute température de l'arc électrique, tous les corps qui ne sont pas décomposés, sauf le *carbone*.

Tous les corps solides fondent à une température déterminée, qui diffère d'une substance à l'autre, mais qui est toujours la même pour chaque corps, et qu'on appelle le *point de fusion*. L'argent fond à 1000° centigrades, la glace à 0°, le phosphore à 44°, le souffre à 111°, le plomb à 326°, etc.

Le verre n'a pas de température de fusion déterminée, mais se ramollit graduellement et devient pâteux avant de fondre définitivement. On utilise, dans l'industrie, cette *fusion vitreuse* pour la fabrication des verreries; on souffle le verre, lorsqu'il devient mou par la chaleur, et on lui donne la forme que l'on veut.

Solidification.—C'est le passage d'un corps de l'état liquide à l'état solide par le *refroidissement*.

Non seulement on peut solidifier un solide fondu, comme du plomb, par exemple, mais encore des liquides qui, comme l'eau, sont liquides à la température ordinaire.

On remarque, pour la solidification, un phénomène analogue à celui que nous avons cité pour la fusion, c'est-à-dire qu'un liquide se solidifie toujours à une température déterminée, et cette température change d'un liquide à l'autre ; de plus, le point de solidification est le même que le point de fusion.

L'eau, par exemple, se congèle à 0°, et la glace fond à 0°. Il en est de même pour toutes les autres substances.

Les liquides se solidifient à des températures très différentes les unes des autres. Il faut un refroidissement peu considérable pour congeler de l'eau, tandis qu'il faut abaisser la température jusqu'à —40° pour solidifier le mercure, et jusqu'à environ —90° pour l'alcool.

Presque tous les corps, au moment de la solidification, se contractent et augmentent de poids. D'autres, au contraire, et l'eau en particulier, se dilatent.

L'augmentation de volume, au moment de la congélation de l'eau, se fait avec une *force brisante* considérable. Les tuyaux en fonte des appareils de chauffage se brisent lorsque l'eau vient à geler à l'intérieur. De même on explique, par la solidification de la sève ou de l'eau des pluies, les dégâts que cause la gelée sur les plantes et les arbres, et sur les racines de l'herbe des champs.

L'eau qui s'infiltre dans les fissures des rochers, sur le flanc des montagnes, se congèle pendant l'hiver et sépare par sa force brisante de gros blocs qui se détachent ensuite, au printemps, lors de la fusion de la glace : c'est l'origine des avalanches dont les effets sont si désastreux.

Dissolution. — On appelle *dissolution* la liquéfaction d'un solide sous l'influence d'un liquide nommé *dissolvant*. Comme chacun le sait, le sel, le sucre, et une foule d'autres corps se dissolvent, fondent dans l'eau, l'or se dissout dans le mercure, les corps gras dans la benzine.

La dissolution est ordinairement accompagnée d'un abaissement de température ; c'est ainsi qu'une saumure est toujours plus froide que l'eau pure. Un mélange de sel et de glace pilée peut produire un froid de 15° au-dessous de zéro ; la présence du sel, d'une part, accélère la fusion de la glace, et le sel, d'autre part, se dissout dans

l'eau de fusion. On emploie ce *mélange réfrigérant* pour préparer la crème à la glace.

VAPORISATION ET VAPEURS.—La chaleur, en agissant sur les liquides, a pour effet de les faire passer à l'état gazeux. Ce changement, qu'on appelle la *vaporisation*, donne naissance à des fluides analogues aux gaz qu'on désigne sous le nom de *vapeurs*.

Les différents liquides ne demandent pas la même quantité de chaleur pour se vaporiser. L'eau, l'alcool, l'éther se réduisent facilement en vapeurs : on les appelle liquides *volatils*. D'autres, comme les huiles, ne se vaporisent pas, même lorsqu'on les soumet à une forte chaleur : ce sont des liquides *fixes*.

Les vapeurs sont ordinairement incolores et sont douées, comme les gaz, de *force élastique*, c'est-à-dire qu'elles exercent une pression plus ou moins grande sur les parois des vases qui les contiennent.

DE QUOI DÉPEND LA TENSION DE LA VAPEUR D'EAU ?— La tension ou force élastique de la vapeur d'eau dépend de sa température ; plus cette dernière est élevée, plus la tension de la vapeur est forte, et elle peut faire voler en éclats les parois du récipient dans lequel elle est contenue, si ces parois ne sont pas assez résistantes.

Cette tension progressive de la vapeur est utilisée principalement dans les *machines à vapeur*.

MACHINES A VAPEUR.—Les machines à vapeur se composent de deux parties essentielles : 1° la *chaudière*, où l'on réduit de l'eau en vapeur, et la *machine elle-même*, où la force élastique de la vapeur surchauffée est utilisée à faire mouvoir un piston dans un cylindre.

La chaudière, que l'on remplit aux deux tiers d'eau environ, est construite en acier, et est traversée de part en part par des tubes ouverts aux deux bouts ; de cette manière, la flamme du foyer et les gaz chauds formés sont en contact avec une grande quantité d'eau, et la masse de vapeur produite devient rapidement très considérable.

La machine proprement dite (Fig. 189) se compose essentiellement d'un cylindre C dans lequel est placé un

piston P pouvant glisser à frottement doux. Au moyen d'un mécanisme particulier qu'on appelle un *tiroir*, et qui est mû par la machine elle-même, la vapeur est conduite successivement de chaque côté du piston. A cause de sa grande force élastique due à sa haute température, la

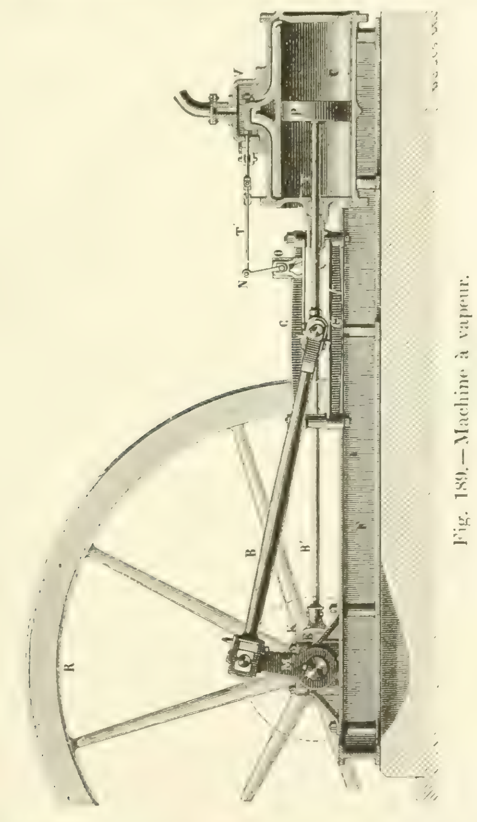


Fig. 189.—Machine à vapeur.

vapeur pousse le piston alternativement dans un sens et dans l'autre, et lui donne un rapide mouvement de va et vient. Ce mouvement, par l'intermédiaire de la tige T et de la *bielle* B, fait tourner la *manivelle* M fixée à

un essieu ou *arbre de couche*, et la rotation de ce dernier entraine le *volant* R.

Telles sont les machines fixes des usines.

Dans les *locomotives* des chemins de fer, les cylindres, au nombre de deux, sont fixés de chaque côté de la chaudière, et les pistons font mouvoir les grandes roues motrices placées à l'arrière.

Les machines à vapeur des bateaux font tourner des roues à palettes (*aubes*) au moyen d'un balancier. C'est la rotation de ces roues qui fait avancer le bateau.

Dans les transatlantiques, les *steamers* et une foule d'autres navires plus petits, l'arbre de couche est disposée suivant la longueur du bateau et se termine, tout à fait en arrière, par une hélice, sorte de vis placée en avant du gouvernail et complètement sous l'eau. On supprime le balancier, et les bielles des pistons communiquent directement le mouvement de rotation à l'arbre de couche.

Il est inutile d'insister sur l'importance pratique des machines à vapeur. Elles sont employées dans les usines, dans les manufactures, pour faire mouvoir les mécanismes les plus variés. L'invention des bateaux à vapeur et des chemins de fer a grandement facilité les communications sur mer et sur terre, et a procuré au commerce et à l'industrie un développement considérable.

Évaporation. — On appelle *évaporation* la production lente de vapeurs à la surface d'un liquide.

C'est grâce à l'évaporation que l'eau contenu dans un vase ouvert finit par disparaitre complètement. Les nuages et les pluies proviennent de la condensation des vapeurs qui se forment continuellement à la surface des mers et des fleuves ; c'est encore par évaporation que le linge mouillé sèche à l'air.

L'évaporation est d'autant plus active que le liquide est plus chaud, l'air plus sec et la pression moins forte.

L'évaporation est aussi une source considérable de refroidissement pour le liquide lui-même qui s'évapore et pour le vase qui le contient. On peut même, par une évaporation rapide, faire geler de l'eau. Certaines machines à glace fonctionnent d'après ce principe.

En été, l'évaporation qui s'effectue à la surface de la peau refroidit le corps, malgré la température élevée de l'air. Tout le monde sait, en effet, que le corps, au sortir d'un bain, se refroidit très vite, surtout s'il est exposé à un courant d'air.

ÉBULLITION.—Nous avons vu que l'évaporation d'un liquide est la formation de vapeurs à sa surface. Un liquide *bout*, ou entre en *ébullition*, lorsque, sous l'influence de la chaleur, les vapeurs se forment dans sa *masse même*.


Fig. 190. —Ébullition de l'eau.

L'échauffement rapide d'un liquide se fait par une circulation intérieure qu'on appelle la *convection*. L'eau, directement chauffée à la partie inférieure par la source de chaleur, devient plus légère, monte dans la masse liquide, pendant que l'eau plus froide et plus pesante descend sur les côtés, de telle sorte que toute l'eau finit par se chauffer directement à la chaleur du foyer.

Comme pour la fusion, la température d'ébullition est toujours la même pour chaque liquide, et varie d'un liquide à l'autre, pourvu que la pression extérieure reste invariable. L'eau, par exemple, sous la pression atmosphérique, bout toujours à 100° centigrades, ou 212° Fahrenheit, l'alcool à 78° C., le mercure à 350°.

La température d'ébullition varie beaucoup suivant la pression que supporte le liquide. Plus cette pression est grande, plus il faut chauffer et plus élevé devient le point d'ébullition : ce dernier s'abaisse, au contraire, si la pression diminue.

Sous la pression ordinaire de l'air, nous avons dit que l'eau bout à 100° C. ; dans le vide parfait, c'est-à-dire lorsque la pression est nulle, l'eau bout à 0°, à la même température que celle du point de congélation.

Sur les hautes montagnes, là où la pression atmosphérique est plus faible qu'au niveau de la mer, l'eau bout avant d'avoir atteint 100°; elle ne bout qu'à 84° sur le Mont-Blanc, et vers 91° à Quito, capitale de l'Equateur, dans l'Amérique du Sud.

Ajoutons que la présence de substances dissoutes dans un liquide retarde l'ébullition et élève la température à laquelle se produit le phénomène. C'est ainsi que l'eau de mer, qui contient beaucoup de sel en dissolution, bout à 103° au lieu de 100°, point d'ébullition de l'eau pure.

Pouvoir conducteur des corps. — La chaleur peut se propager dans l'intérieur des corps, de proche en proche ; cette propriété s'appelle la *conductibilité*. Les corps qui conduisent facilement la chaleur, comme les métaux, sont nommés *bons conducteurs* ; ceux qui, comme le verre, le bois, les liquides, la conduisent mal, c'est-à-dire opposent une grande résistance à sa propagation dans leur masse, sont désignés sous le nom de *mauvais conducteurs*.

Le pouvoir conducteur des différents solides est très variable. L'argent et le cuivre sont bons conducteurs, le zinc et le plomb le sont moins, le bois et le verre conduisent très mal la chaleur ; il en est de même des substances organiques, comme le coton, la laine, la paille.

Les liquides, le mercure excepté, sont tous de mauvais conducteurs, et les gaz ont un pouvoir conducteur assez faible pour le considérer comme sensiblement nul.

Applications du pouvoir conducteur des différents corps. — Ces applications sont nombreuses et importantes.

On se sert, en hiver, d'étoffes de laine, de fourrures, pour protéger le corps contre le froid, parce que ces vêtements, à cause de leur faible pouvoir conducteur, empêchent la chaleur du corps de se perdre à l'extérieur. Les fourrures, les laines doivent leur efficacité à l'air non conducteur qui remplit les interstices de leurs filaments.

On peut tenir à la main, par une de ses extrémités, une allumette enflammée, et même une tige de verre dont l'un des bouts est en fusion, parce que le bois et le verre, étant mauvais conducteurs, ne permettent pas a la chaleur

de se propager dans leur masse. Le contraire arrive si l'on tient une tige de fer ; on ne tarderait pas à se brûler les doigts.

On explique encore, par les différents pouvoirs conducteurs, pourquoi on reçoit une impression de froid plus intense en touchant un morceau de fer qu'en touchant un morceau de bois : la chaleur de la main, en effet, se disperse plus facilement dans le fer bon conducteur que dans le bois, qui l'est moins, et la main se refroidit davantage.

Les doubles fenêtres, à cause de la lame d'air non conducteur qu'elles emprisonnent, retiennent, pendant l'hiver, la chaleur intérieure des maisons, et interceptent, pendant l'été, la chaleur extérieure.

On applique, enfin, ces principes dans la construction des *glacières* et des voûtes de sûreté. On les construit à doubles parois, et l'on remplit l'intervalle avec de la sciure de bois, de la paille, de l'asbeste, substances non conductrices qui empêchent la chaleur de pénétrer à l'intérieur

II.—Phénomènes météorologiques qui dépendent de la chaleur

VENT.—Le vent est un mouvement de l'air à la surface de la Terre. La force du vent dépend de sa vitesse et cette vitesse peut varier dans de larges limites.

Un vent qui parcourt 8 pouces par seconde est insensible ; on commence à percevoir sa présence lorsque la vitesse atteint 24 pouces.

Le vent est *modéré* à une vitesse de 20 à 22 pieds par seconde ; il agite les pavillons et les feuilles des arbres.

Passablement fort à une vitesse de 23 à 36 pieds par seconde, il secoue les grosses branches lorsque cette vitesse atteint 40 pieds ; à 56 pieds, le vent est très fort, et il dégénère en tempête, à une vitesse de 56 à 90 pieds.

Au delà de cette limite, le vent devient un ouragan, et, animé d'une vitesse de 120 pieds par seconde, il renverse les maisons, déracine les arbres et transporte de lourdes pierres.

La direction des vents, dont les huit principales sont le *nord*, le *nord-est*, l'*est*, le *sud-est*, le *sud*, le *sud-ouest*, l'*ouest* et le *nord-ouest*, s'observe, du moins à la surface du sol, au moyen des girouettes et par le mouvement des fumées ; on étudie la direction des vents élevés par le déplacement des nuages.

Causes générales des vents. — Le vent est causé principalement par l'inégale distribution de la chaleur dans les couches atmosphériques.

Si la température du sol est plus élevée à un endroit qu'à un autre, l'air, qui se chauffe par contact des parties chaudes, devient plus léger et s'élève à une assez grande hauteur, en produisant une espèce de vide. Il en résulte une aspiration qui détermine un courant d'air des régions froides vers les régions plus chaudes.

L'air chaud se refroidit en montant, devient plus lourd et se répand latéralement ; il se produit alors un vent très élevé qui souffle en sens contraire du premier.

Lorsqu'une grande quantité de vapeur d'eau se condense en pluie, il se forme un vide qui provoque l'*appel* des masses d'air voisines ; il en résultera encore un courant d'air, c'est-à-dire un vent.

L'air chargé d'humidité est moins dense que l'air sec. Une différence d'humidité, dans l'air de deux endroits voisins, produira donc une différence de pression ; il y aura aspiration, et, par suite, un vent.

Différentes espèces de vents. — 1° *Vents réguliers.* — Les *vents alizés* sont des courants d'air qui soufflent toujours dans la même direction pendant toute l'année. Leur direction est du *nord-est* au *sud-ouest*, dans l'hémisphère boréal, et du *sud-est* au *nord-ouest*, dans l'hémisphère austral. On ne les observe que près de l'équateur, et ils sont dûs à l'échauffement considérable de l'air à la surface des continents et des mers, dans les régions tropicales.

Les *contre-alizés supérieurs* soufflent en sens inverse des alizés ; ce sont les masses d'air soulevées à l'équateur qui se répandent sur les côtés.

2° *Vents périodiques.*—On appelle ainsi les vents qui soufflent toujours dans la même direction pendant toute une saison, ou aux mêmes heures de la journée.

Les *moussons* sont des vents qui, dans la mer des Indes, soufflent pendant six mois dans une direction, et pendant six mois dans le sens inverse. En été, le vent est dirigé de la mer vers la terre, et, en hiver, de la terre vers la mer. La persistance de ces vents s'explique facilement : le sol, s'échauffant plus que la mer pendant l'été, produit un mouvement ascendant de l'air et détermine ainsi un vent qui vient de la mer. Le contraire a lieu pendant l'hiver ; la mer, étant alors plus chaude que le sol, donne naissance à un courant d'air qui souffle de la terre.

Le *simoun* est le vent brûlant du désert ; il souffle du sud vers le nord dans le désert du Sahara, en Afrique, et transporte au loin de grandes quantités de sables.

Les *brises* sont des vents qui changent de direction dans une même journée et aux mêmes heures. Pendant le jour, sur le bord de la mer, elles soufflent vers la terre, et, pendant la nuit, de la terre vers la mer ; de là l'origine des noms de *brise de mer* et de *brise de terre* qu'on leur donne. On explique la formation de ces brises par le fait général que les courants aériens se font de la région la plus froide vers la région la plus chaude. Or le sol, pendant le jour, est plus chaud que l'eau de la mer, tandis que le contraire a lieu pendant la nuit. On comprend donc pourquoi la brise se dirige vers la terre, pendant le jour, et, en sens opposé, pendant la nuit.

3° VENTS VARIABLES.—Ce sont les vents qui ne présentent aucune régularité et qui obéissent à des causes purement locales. La direction de ces vents varie avec les différents pays ; elle dépend des conditions particulières des contrées et de la position géographique ; se sont les vents qui règnent dans les climats tempérés, et, en particulier, au Canada.

L'orientation de la vallée du fleuve Saint-Laurent et la direction des montagnes produisent, pour Québec et

surtout au printemps, la prédominance des vents de *nord-est* et de *sud-ouest*. Le vent du nord-est est moins fréquent dans les autres parties de la province ; plus rare à Montréal qu'à Québec, il est peu sensible dans la Beauce et il est nul au Saguenay.

Le vent du *nord-est*, bien connu des Québecquois, souffle à Montréal avant de se faire sentir à Québec, et à Québec, avant de régner dans le bas du fleuve, bien que sa direction semble indiquer le contraire. On se rend compte de ce phénomène par le fait que l'origine du vent de *nord-est* est dans l'ouest ; il se produit d'abord dans le voisinage du centre d'appel, et, de là, de proche en proche, dans les régions de plus en plus éloignées.

CYCLONES.—Les cyclones sont des mouvements tourbillonnants de l'air. Ceux qui se manifestent dans la zone tempérée, c'est-à-dire dans nos climats, et qui, par conséquent, nous intéressent le plus, possèdent des dimensions énormes ; ils couvrent quelquefois tout l'espace compris entre les grands lacs canadiens et Terreneuve. Ils prennent origine dans l'ouest du continent américain, et se déplacent, avec une vitesse qui peut aller jusqu'à trente milles à l'heure, vers l'est ou le nord-est. Dans l'est du Canada, ils sont presque toujours dirigés par la vallée du Saint-Laurent.

Quand un cyclone est sur le point d'arriver, on voit apparaître des nuages très élevés, ressemblant à des flocons de laine, et qui recouvrent peu à peu le ciel du côté de l'ouest. A mesure que le centre du tourbillon approche, le thermomètre monte, le baromètre baisse, le vent de nord-est s'élève puis augmente, la pluie, d'abord fine et légère, fait bientôt rage pendant des jours entiers.

Le calme se produit lorsque le centre du cyclone est arrivé, et, quelques heures après, le baromètre monte, le thermomètre baisse, le ciel devient serein, et le vent de sud-ouest s'établit : c'est le *revers* qui amène le beau temps.

On explique par des tourbillons cycloniques de ce genre tous nos gros mauvais temps pendant lesquels règnent le vent de nord-est et une pluie battante.

On attribue la formation des cyclones des pays chauds à la rencontre des courants d'air de sens opposés venant combler le vide produit par l'ascension de masses d'air surchauffé et chargé d'humidité.

Les cyclones du continent américain, ceux qui parviennent le plus souvent jusqu'au Canada, sont des mouvements tourbillonnants du même genre, mais ne peuvent pas toujours s'expliquer par l'échauffement exagéré de l'air, puisque ces phénomènes sont surtout fréquents en hiver.

Tout le monde a vu se former, dans la poussière des chemins, ou dans les brins de foin récemment coupés, de petits tourbillons animés d'un rapide mouvement de rotation et qui se déplacent à la surface du sol pour se dissiper bientôt : on les appelle des *sorcières*. On a là l'image d'un cyclone. Les sorcières sont de petits cyclones en miniature.

NUAGES.—Les nuages ne sont rien autre chose que de la vapeur d'eau condensée sous forme de gouttelettes très fines. Cette vapeur d'eau provient de l'évaporation qui se fait à la surface des mers et du sol humide, elle se refroidit en montant et se liquifie sous l'influence de la température plus basse des hautes régions de l'air.

Un nuage qui se forme près de la surface du sol s'appelle un *brouillard* ; les brouillards très épais portent le nom de *brumes*.

On sait que les brumes, en troublant la transparence de l'air, constituent un grand danger pour la navigation.

Les nuages blancs qui s'échappent des locomotives fournissent un exemple de brouillard : c'est de la vapeur d'eau qui se condense en fines gouttes par le froid extérieur.

La hauteur des nuages n'est pas toujours la même ; elle varie de 4,000 à 40,000 pieds environ.

DIFFÉRENTES FORMES DES NUAGES.—Les nuages se classifient suivant leurs principales formes; on distingue:

1° Les *cumulus*, gros nuages à contours arrondis ; on les voit plus souvent en été qu'en hiver ;

2° Les *stratus* qui se présentent sous forme de bandes étroites à l'horizon ; ce sont surtout les nuages d'automne ;

3° Les *nimbus*, ou nuages de pluie, d'une couleur gris sombre et sans forme déterminée ;

4° Les *cirrus*, petits nuages très élevés qui ressemblent à de la laine cardée.

Suspension des nuages. — On peut se demander pourquoi les nuages ne tombent pas. — Disons d'abord que les nuages, qui se composent de très fines gouttelettes d'eau, flottent dans l'air comme les poussières soulevées par le vent. Il peut se faire aussi que les courants ascendants d'air chaud puissent les soutenir à distance du sol.

Mais, plus exactement, on admet que les nuages, habituellement, tombent en réalité, mais avec une grande lenteur. Le plus souvent, ils n'atteignent pas le sol, parce que, en descendant, ils rencontrent des couches d'air plus chaudes qui les vaporisent à la partie inférieure. En résumé, ils se dissolvent par le bas et se referment à la partie supérieure.

Pluie. — La vapeur d'eau, en se condensant, se résout en fines gouttelettes qui constituent les nuages ; mais si le poids des gouttes devient trop considérable, elles ne peuvent plus rester en suspension dans l'air ; elles tombent sur le sol, et cette chute de gouttelettes constitue la *pluie*. On croit que la pluie tombe aussitôt qu'elle est formée.

La quantité de pluie qui tombe dans les différents pays est plus grande près de l'équateur que près des pôles.

Rosée. — La rosée n'est pas de l'eau qui vient des nuages ; elle est le résultat de la condensation de l'humidité de l'air sur les objets refroidis pendant les belles nuits d'été.

La rosée est abondante lorsque le ciel est serein, tandis qu'elle ne se forme pas, ou en très petite quantité, lorsque le ciel est couvert. On explique ces phénomènes par le fait que le sol et les objets se refroidissent plus dans le premier cas que dans le second, et la production plus ou moins grande de rosée dépend de l'abaissement plus ou

moins considérable de la température des corps sur lesquels elle se dépose.

GELÉE BLANCHE.—Lorsque, pendant les nuits froides d'automne et du printemps, la température du gazon, des arbres et autres objets descend au-dessous de 0°, l'humidité de l'air se congèle directement, sans passer par l'état de rosée, sous forme de petits cristaux de glace : c'est la *gelée blanche* ou le *givre*.

La gelée blanche cause quelquefois de grands dégâts aux jeunes bourgeons des arbres.

NEIGE.—La neige est le groupement de petits cristaux, de petites aiguilles de glace formées, dans la région des nuages, par la congélation de la vapeur d'eau, lorsque la température descend à 0° ou au-dessous de 0°. Cette vapeur, en été, produit de la pluie ; en hiver, à cause du refroidissement plus énergique de l'air, la vapeur passe directement à l'état solide et produit de la neige.

Le groupement des aiguilles de neige se fait avec une grande régularité et prend l'aspect d'étoiles à six branches. Pour voir ces étoiles, il suffit de recevoir la neige, par un temps froid et sec, sur un drap noir.

La quantité de neige qui tombe aux différents points de la terre n'est pas partout la même ; il neige d'autant plus dans un pays que celui-ci est plus rapproché des pôles ou plus élevé au-dessus du niveau des mers. A l'équateur, on ne voit jamais de neige près de l'océan, tandis que, vers les pôles, la terre en est constamment couverte.

Sur les hautes montagnes règnent des neiges perpétuelles, même dans les pays équatoriaux.

Une couche de neige, en général, représente une couche d'eau 12 fois moins épaisse.

La couche de neige qui recouvre le sol, pendant l'hiver, empêche la terre de trop se refroidir : elle joue donc, à ce titre, un rôle protecteur.

CHAPITRE IV

OPTIQUE

LUMIÈRE.—La lumière est la cause qui produit le phénomène de la vision : c'est la lumière qui nous fait voir les objets.

On appelle *corps lumineux* les corps qui donnent eux-mêmes de la lumière. Tels sont le soleil, les flammes des bougies et des lampes, les filaments rougis des lampes électriques, et, en général, tous les corps en ignition.

Les autres corps, qu'on ne voit pas dans l'obscurité, mais qui deviennent visibles lorsqu'ils reçoivent de la lumière des sources lumineuses, se nomment *corps éclairés.*

Certains corps se laissent facilement traverser par la lumière, par exemple l'eau et le verre : ce sont des *corps transparents.* Ceux que la lumière traverse plus difficilement s'appellent *corps translucides :* tels sont le papier huilé, le verre dépoli. Enfin, les pierres, les métaux, le bois, etc., ne laissent aucunement passer la lumière : on les désigne sous le nom de *corps opaques,* et ils déterminent, en arrière d'eux, un certain espace privé de lumière qu'on appelle *ombre.*

La lumière, comme la chaleur, se propage en ligne droite et dans toutes les directions autour des corps lumineux. C'est ce que l'on voit lorsqu'un faisceau de lumière pénètre par une petite ouverture dans l'intérieur d'une chambre peu éclairée.

La vitesse de la lumière est considérable, beaucoup plus grande que celle du son : elle parcourt environ 62,100 lieues par seconde.

RÉFLEXION DE LA LUMIÈRE.—Un rayon de lumière qui tombe sur une surface bien polie, un miroir par exemple, est comme repoussé par le miroir et revient sur lui-même ; le rayon de lumière a été *réfléchi,* et ce phénomène s'appelle la *réflexion de la lumière.*

IMAGES DANS LES MIROIRS PLANS.—Un miroir ordinaire, appelé *miroir plan,* reproduit les images des objets

qu'on lui présente, parce qu'il réfléchit les rayons lumineux issus de ces objets. Les images que l'on voit nous apparaissent en arrière du miroir, de même grandeur que les objets eux-mêmes, et à des distances égales à celles de ces objets.

Images dans les miroirs courbes.—Si l'on place un objet très près d'un miroir *concave*, l'image produite est droite et plus grande que l'objet. Si l'objet est à une certaine distance, l'image se fait en avant du miroir, elle est plus petite que l'objet, renversée et réelle : on peut la voir sur un écran de verre dépoli.

La lumière se réfléchit d'après les mêmes lois que le son ; c'est pour cela que l'on peut répéter avec un corps lumineux l'expérience des miroirs conjugués déjà décrite en acoustique (Fig. 183). On place une bougie au foyer du miroir M et son image vient se peindre sur un petit écran en verre dépoli disposé au foyer de l'autre miroir.

Les miroirs *convexes*, c'est-à-dire bombés en dehors, donnent des images droites et toujours plus petites que les objets. Ce sont ces images, très belles en réalité, que font voir les boules de verre argenté que l'on installe dans certains jardins.

Réfraction de la lumière.—Lorsqu'un rayon de lumière, tel que S I (Fig 191), qui se propageait dans l'air, vient à passer obliquement dans l'eau, on remarque que ce rayon ne continue pas sa marche en ligne droite ; il change de direction et il est dévié suivant I O par l'eau. Ce rayon de lumière, dans ces conditions, a été *réfracté*, et ce phénomène de la déviation d'un rayon lumineux lorsqu'il passe d'un milieu transparent dans un autre s'appelle la *réfraction*.

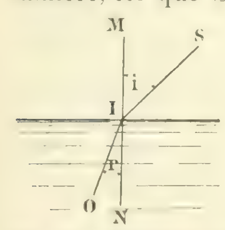


Fig. 191.—Réfraction de la lumière.

La réfraction de la lumière explique une foule de faits dont nous sommes très souvent les témoins.

Un bâton, dont on plonge une partie obliquement dans l'eau, paraît brisé, parce que la lumière, en passant de l'eau dans l'air, subit une déviation.

Une rivière qui coule des eaux limpides ne paraît jamais aussi profonde qu'elle ne l'est en réalité; le fond nous semble soulevé par la réfraction, et un objet P (Fig. 192), à cause de la déviation en I du rayon P I A, nous apparaît en P'.

Fig. 192.—Soulèvement apparent des objets par la réfraction.

On remarque quelquefois, au printemps, lorsque l'air commence à se réchauffer par contact du sol, que les objets, les clôtures, par exemple, paraissent agités. Le même phénomène s'observe aussi au-dessus d'un poêle chaud. Cette agitation des objets s'explique encore par la réfraction de la lumière qui traverse des masses d'air dont la température, et, par conséquent, la densité changent constamment.

Lentilles convergentes et divergentes.—Les lentilles sont des verres à surfaces courbes : les unes, appelées lentilles *convexes*, sont plus épaisses au centre que vers les bords, tandis que d'autres, nommées lentilles *concaves*, sont plus épaisses vers les bords qu'au centre.

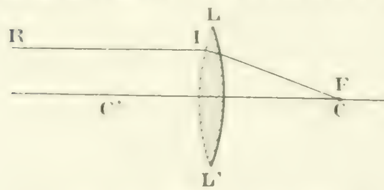


Fig. 193.—Lentille convergente.

Les rayons de lumière qui traversent des lentilles convexes sont déviés dans leur marche et se rapprochent les uns des autres pour se réunir en un point F (Fig. 193) ; c'est pour cela qu'on leur donne le nom de *lentilles convergentes*. En traversant les lentilles concaves, les rayons lumineux s'éloignent les uns des autres (Fig. 194) : on les appelle, pour cette raison, *lentilles divergentes*.

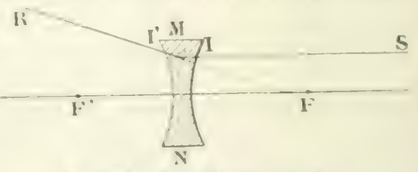


Fig. 194.—Lentille divergente.

Si l'on regarde un objet très rapproché A B à travers une lentille convergente (Fig. 195), cet objet nous paraît en A' B' plus gros qu'il n'est en réalité. La *loupe*, dont se servent certaines personnes pour lire les petits caractères, n'est rien autre chose qu'une lentille convergente qui agit comme verre grossissant. Un objet placé à une certaine distance d'une lentille convergente produit une image réelle, renversée, la plupart du temps plus grande que l'objet et qu'on peut recevoir sur un écran. Les images que l'on voit avec les lentilles divergentes sont toujours plus petites que les objets eux-mêmes.

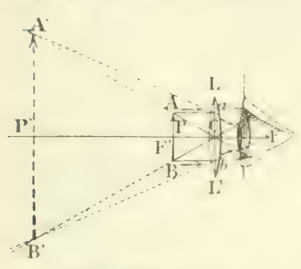


Fig. 195 – Loupe.

Les instruments d'optique, si répandus de nos jours, ne sont que des combinaisons de lentilles de différentes formes. C'est par l'action de deux lentilles convergentes que le microscope grossit énormément les petits objets et permet d'en faire voir les détails qui échapperaient à l'œil nu. Il en est de même de la lunette astronomique et des *jumelles* qui rapprochent les objets éloignés, les astres en particulier, et nous les montrent plus gros qu'ils ne nous paraissent directement.

Dans la *lanterne magique*, ce sont encore des lentilles qui projettent, qui font apparaître sur un drap blanc les images de dessins colorés ou de photographies transparentes. Une première lentille B (Fig. 196) concentre les rayons de la source lumineuse A sur le verre peint V et l'image du dessin fortement éclairé est projeté sur l'écran par la deuxième lentille C.

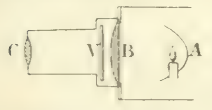


Fig. 196.—Lanterne magique.

Les lentilles, enfin, sont employées dans les lunettes, pince-nez, qu'un grand nombre de gens doivent porter pour corriger les défauts de leurs yeux. Les *myopes*,

c'est-à-dire ceux qui ont la vue courte et ne voient distinctement que les objets très rapprochés, se servent de lunettes à verres divergents, tandis que les *presbytes*, à savoir ceux qui doivent éloigner beaucoup les objets pour les voir nettement, emploient des lunettes à verres convergents.

DISPERSION DE LA LUMIÈRE. — La figure 197 représente un bloc de verre à base triangulaire : c'est ce qu'on appelle un *prisme*.

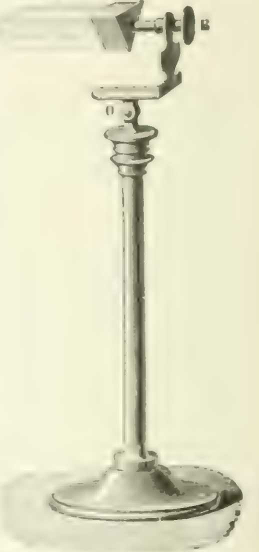


Fig. 197. — Prisme en verre.

Quand un faisceau de lumière traverse un prisme de ce genre, il est non seulement dévié de sa marche, à cause de la réfraction, mais encore il est décomposé. Si le faisceau réfracté pénètre dans une chambre obscure, on voit apparaître, sur le mur opposé, une image allongée et vivement colorée de plusieurs teintes. On appelle cette image le *spectre solaire*, et les sept principales couleurs que l'on observe, les mêmes que celles de l'arc-en-ciel, sont dans l'ordre suivant : *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé*, *rouge*.

Comme on le voit, la lumière qui nous vient du soleil, la lumière blanche, comme on l'appelle, n'est pas simple ; les rayons colorés qui la composent se séparent en passant dans le prisme et produisent le phénomène de la *dispersion*.

La lumière blanche, une fois décomposée en ses teintes, peut de nouveau se recomposer si l'on superpose, avec une lentille ou un miroir concave, les sept couleurs du spectre : on obtient, au foyer du miroir ou de la lentille, une image blanche.

L'arc-en-ciel n'est rien autre chose que la décomposition de la lumière du soleil dans les gouttes de pluie ; on l'observe le matin ou le soir, lorsque le soleil n'est pas

très haut au-dessus de l'horizon. Il se présente sous forme d'un arc immense teinté des mêmes couleurs que celles du spectre solaire, avec le rouge en dehors et le violet en dedans. Il se forme dans les gouttes de pluie, et même dans les gouttes d'eau des chutes, lorsque, tournant le dos au soleil, on regarde dans la direction des nuages orageux.

COLORATION DES CORPS.—Lorsqu'un corps est éclairé avec de la lumière blanche, il ne réfléchit pas ordinairement toutes les teintes de cette lumière dans la même proportion ; il y a des couleurs qui sont éteintes par certains corps, d'autres sont plus ou moins réfléchies. Il en résulte qu'un corps paraîtra avoir les couleurs de la lumière qu'il réfléchit et renvoie à notre œil. Les feuilles des arbres paraissent vertes, parce qu'elles éteignent toutes les couleurs, excepté le vert, et qu'elles réfléchissent cette dernière couleur. Un morceau de coton est *blanc* parce qu'il réfléchit toutes les teintes de la lumière blanche, et une étoffe nous apparaît *noire*, parce qu'elle les absorbe toutes.

Si on éclaire un bâton rouge de cire à cacheter avec de la lumière verte, ce bâton nous paraîtra noir, parce qu'il ne réfléchit que la lumière rouge, et cette lumière n'est pas contenue dans celle qu'il reçoit.

CHAPITRE V

MAGNÉTISME ET ÉLECTRICITÉ

I.—Magnétisme

AIMANTS NATURELS ET AIMANTS ARTIFICIELS.—On appelle *aimants naturels* ou *pierres d'aimant*, certains échantillons de minerai de fer qui ont la propriété, désignée sous le nom de propriété *magnétique*, d'attirer le fer ; la cause, quelle qu'elle soit et encore inconnue de cette propriété, se nomme *magnétisme*.

Pour étudier avec plus de fruit les phénomènes du magnétisme, on ne se sert pas de la pierre d'aimant, parce que la propriété magnétique est distribuée très irrégulièrement sur sa surface. On emploie de préférence les *aimants artificiels*, c'est-à-dire des barreaux ou des tiges d'acier (Fig. 198) que l'on aimante en les frottant toujours dans le même sens sur une pierre d'aimant, ou par d'autres procédés plus avantageux.

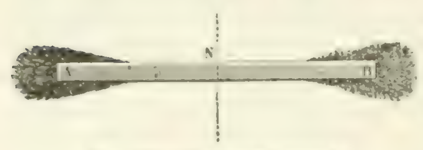


Fig. 198. — Barreau aimanté.

Poles d'un aimant. — La figure 198 représente un barreau aimanté que l'on a roulé dans de la limaille de fer. On voit que celle-ci adhère surtout aux deux extrémités du barreau et y forme des houppes ; ces deux extrémités s'appellent les *pôles* de l'aimant, séparés, au milieu N, par la *ligne neutre*, où il n'y a pas d'attraction.

Les deux pôles attirent la limaille de la même manière ; toutefois, ils se distinguent nettement l'un de l'autre. Prenons un aimant en forme d'aiguille, appelée *aiguille aimantée* (Fig. 199), et plaçons celle-ci sur un pivot, de façon qu'elle puisse tourner facilement. On constate qu'elle prend toujours, sous l'action de la terre, la direction *nord-sud*, et qu'elle y revient toujours, si on l'écarte de cette position. L'extrémité qui se dirige vers le nord s'appelle le *pôle nord* de l'aiguille et l'autre le *pôle sud*.

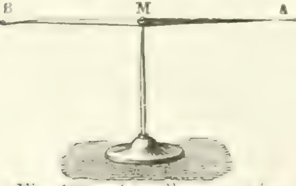


Fig. 199. — Aiguille aimantée.

Si l'on met l'un près de l'autre les pôles nord de deux aiguilles aimantées, on constate que ces pôles se *repoussent* ; la même chose se passe aussi pour les deux pôles sud. Mais si l'on approche le pôle nord de l'une près du pôle sud de l'autre, il se produit une *attraction*.

Ces résultats peuvent se résumer de la façon suivante :

Les pôles de même nom (tous les deux nord ou tous les deux sud) *se repoussent et les pôles de noms contraires s'attirent.*

AIMANTATION PAR INFLUENCE.—Un barreau de fer ou d'acier, placé tout près d'un aimant, devient lui-même un véritable aimant et attire, lui aussi, la limaille de fer. Ce phénomène s'appelle l'aimantation par *influence*. Le pôle nord de l'aimant *influençant* développe, dans le barreau qu'on lui présente, un pôle sud, et le pôle sud un pôle nord, c'est-à-dire toujours un pôle de *nom contraire* au sien.

Le morceau de fer, qui vient de s'aimanter par le voisinage d'un aimant, peut, à son tour, aimanter d'autres morceaux de fer, de telle sorte qu'on peut suspendre à un aimant une espèce de chapelet dont les parties s'attirent les unes les autres (Fig. 200).

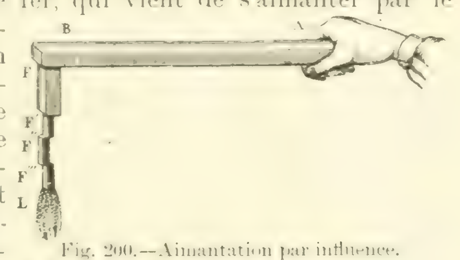
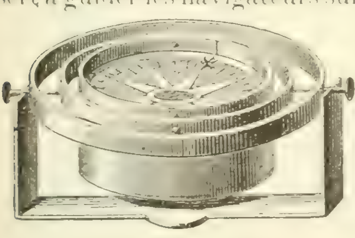


Fig. 200.—Aimantation par influence.

Toutefois, il importe de distinguer, au point de vue magnétique, le fer de l'acier.

Le fer s'aimante facilement par influence, mais ne conserve pas son aimantation, lorsqu'on éloigne le barreau influençant, tandis que l'acier s'aimante plus difficilement, il est vrai, mais reste aimanté définitivement, après qu'il a subi l'influence.

BOUSSOLE.—La *boussole*, appelée aussi *compas*, et qui sert à guider les navigateurs sur la mer, est une application de l'action de la terre sur les aimants. Elle se compose (Fig. 201) d'une aiguille aimantée mobile sur un pivot et placée dans une boîte cylindrique en cuivre rouge. Cette boîte doit toujours rester horizontale, malgré les mouvements de tangage et de roulis du navire : c'est dans ce but qu'on la suspend


Fig. 201.—Boussole.

à deux cercles d'une manière particulière nommée *suspension à la Cardan*. On colle sur l'aiguille un mince disque de mica qui porte les degrés du cercle en même temps qu'une figure étoilée qu'on appelle la *rose des vents*. Le pôle nord de l'aiguille est indiqué par une grosse étoile, et tout le disque tourne avec l'aiguille, lorsque celle-ci obéit à l'action de la terre. Enfin, dans l'intérieur de la boîte, un trait, désigné sous le nom de *ligne de foi*, est dirigé parallèlement à la quille du navire.

Le timonier se tient près de la boussole, et, connaissant la direction que le navire doit suivre par rapport aux branches de la rose des vents, agit sur le gouvernail jusqu'à ce que cette direction soit réalisée avec la ligne de foi.

Les masses de fer qui entrent dans la construction des bateaux modernes influencent beaucoup l'aiguille aimantée de la boussole et tendent à la fausser. Il faut *compenser* cet effet perturbateur par des aimants et masses de fer convenablement disposés dans le voisinage.

Aimants en fer à cheval. — On donne souvent aux barreaux aimantés la forme de fer à cheval ; les pôles de noms contraires se trouvent en regard l'un de l'autre et on les réunit par une pièce de fer doux qu'on nomme *armature* (Fig. 202). L'effort qu'il faut faire pour effectuer la séparation de l'armature contre l'attraction magnétique caractérise ce qu'on désigne sous le nom de *force portante* de l'aimant.

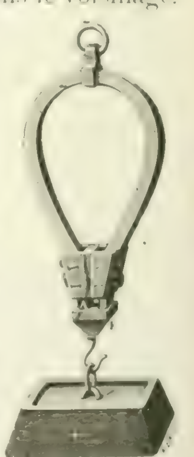


Fig. 202. — Aimant avec armature.

Un procédé d'aimantation. — Un procédé très simple, appelé la *simple touche*, consiste à frotter le barreau que l'on veut aimanter avec l'un des pôles d'un aimant déjà formé (Fig. 203). On frotte sur toute la longueur et toujours dans le même sens, en ayant soin de recommencer l'opération un assez grand

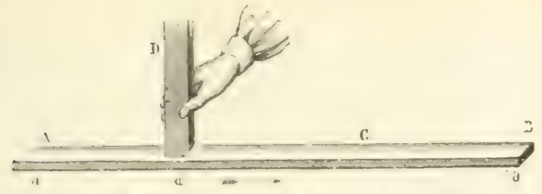


Fig. 203. — Procédé de la simple touche.

nombre de fois et sur toutes les faces du barreau.

II.—Electricité

Electrisation par le frottemet.—On a reconnu depuis longtemps qu'une tige de verre frottée avec un morceau de drap sec, ou un bâton de résine avec une peau de chat, acquièrent par le frottement la propriété d'attirer les corps légers (Fig. 204), comme des brins de paille, des barbes de plume, des brindilles de papier. On a donné à la cause encore inconnue de cette propriété attractive, le nom d'*électricité*. On attribue à Thalès de Milet, qui vivait 600 ans avant Jésus-Christ, la découverte du phénomène de l'attraction des corps légers par l'ambre jaune.

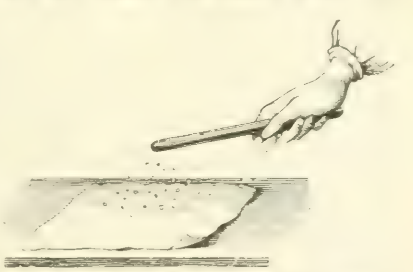


Fig. 204. — Attraction des corps légers.

Corps bons et mauvais conducteurs.—La charge électrique, produite par le frottement, ne se répand pas également dans toute l'étendue des différents corps : les uns, comme les métaux, le sol, le corps humain, etc., permettent facilement à l'électricité de se propager sur leur surface : on les appelle de *bons conducteurs*. D'autres, au contraire, comme le verre, le soufre, la résine etc., opposent une grande résistance à la propagation de l'électricité, et une charge, développée en un point, ne se

répand pas dans les autres parties du corps : ce sont les corps *mauvais conducteurs*.

Un corps électrisé, s'il communique avec le sol, ne peut pas conserver sa charge, parce que celle-ci se perd dans les substances conductrices qui composent la terre. Il faut donc, pour qu'un corps reste électrisé, qu'il soit *isolé* du sol, c'est-à-dire que l'on place, entre lui et la terre, un corps non conducteur ; par exemple, on fera reposer le corps sur des pieds en verre, on le placera sur un gâteau de paraffine ou de résine, ou bien encore on le suspendra par des fils de soie. Voilà pourquoi ces corps non conducteurs s'appellent des *isolants*.

Non seulement le verre, l'ambre, la résine, mais encore tous les corps, y compris les métaux et les autres bons conducteurs, peuvent s'électriser par le frottement : seulement, on ne réussira pas à électriser une tige de fer que l'on tient à la main, parce que, étant conductrice ainsi que le corps humain, la charge développée s'écoule tout de suite dans le sol. Il suffit, pour l'électriser, de la fixer à un manche en verre qui l'isole du corps et du sol.

Deux espèces d'électricité. — Considérons une petite balle de sureau B suspendue, par un fil isolant de soie, à un support quelconque T : c'est ce qu'on appelle un *pendule électrique* (Fig. 205). Approchons maintenant de cette balle un bâton de verre frotté avec de la soie ; on constate alors que la balle, vivement *attirée*, vient toucher le verre, puis, après avoir pris par contact une certaine quantité de sa charge électrique, en est fortement *repoussée*. Si, à ce moment, on approche de cette balle, électrisée par le verre, un bâton de résine frotté avec une peau de chat, la balle est *attirée* par la résine. De même, une balle qui serait électri-vée au contact de la résine et repoussée par elle, serait sivement attirée par le verre.

Fig. 205. Pendule électrique.

On voit donc que la charge du verre n'est pas de même espèce que celle de la résine, et tous les corps électrisés se comportent soit comme le verre, soit comme la résine.

On conclut de tous ces faits qu'il y a deux *espèces d'électricité*, mais qu'il n'y en a que deux.

L'électricité qui se manifeste sur le verre, qu'on désignait autrefois sous le nom d'électricité *vitrée*, s'appelle maintenant *électricité positive*, et celle de la résine, l'ancienne électricité *résineuse*, se nomme *électricité négative*.

Nous avons vu que la balle de sureau, électrisée par le verre, est attirée par la charge de la résine, tandis qu'elle est repoussée lorsqu'elle a partagé la charge des corps électrisés avec lesquels elle vient en contact. Il en résulte cette loi très simple :

Les charges de même nom (toutes deux positives ou toutes deux négatives) *se repoussent et les charges de noms contraires s'attirent.*

Ajoutons qu'une espèce d'électricité ne se développe jamais seule, mais les deux espèces apparaissent en même temps et en quantités égales. Si l'on frotte du verre avec un morceau de soie, le verre s'électrise positivement et la soie négativement.

Electrisation par influence.—Un corps non électrisé, appelé corps à l'*état neutre*, s'électrise lorsqu'on l'approche d'un autre corps électrisé. On voit alors apparaître les deux charges positive et négative en C et en B (Fig. 206) aux deux extrémités du corps, la charge de nom contraire à celle du corps influençant A étant toujours la plus rapprochée de ce dernier. Si l'on touche le corps influencé avec le doigt, l'autre électricité s'écoule dans le sol par le corps humain, et le conducteur ne conserve plus qu'une sorte d'électricité, la charge de nom contraire à celle de la source qui a produit l'influence.

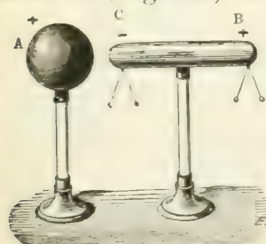


Fig. 206.—Influence électrique.

Ce phénomène que nous venons de décrire s'appelle l'*influence électrique* et les corps qui s'électrisent de cette façon, par le voisinage d'un autre, sont dits électrisés par *influence*.

MACHINE ÉLECTRIQUE.—Le verre et la résine frottés fournissent des quantités très faibles d'électricité. Pour développer des charges plus grandes, on a recours aux

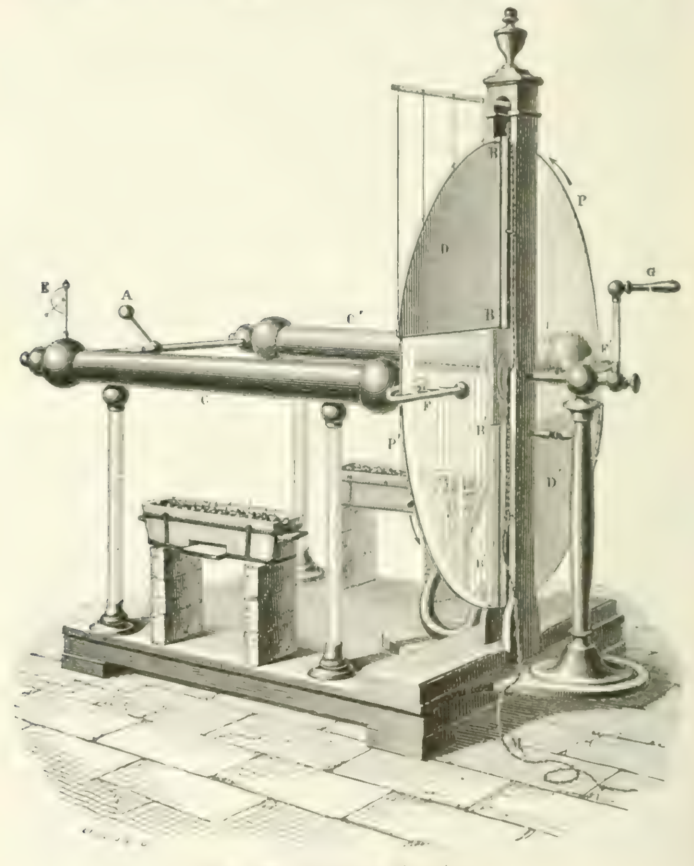


Fig. 207.—Machine électrique

machines électriques. On utilise, dans ces machines, le frottement ou l'influence, et l'on obtient, avec des dispositifs trop compliqués pour que nous songions à les décrire en détail, des charges électriques qui peuvent produire des étincelles. Dans la figure 207, on voit une grande machine dans laquelle l'électricité est développée par la rotation d'une grande roue en verre qui frotte sur des coussins de cuir B B, B' B'. Cette charge électrique, qui est positive, agit par influence et électrise le conducteur de cuivre C C'. Si alors on en approche la main, on peut en tirer une forte étincelle. L'étincelle est due à la combinaison de deux charges de noms contraires qui s'attirent à travers l'air, celle du conducteur et celle qu'il a lui-même produite par influence sur le corps de l'opérateur.

BOUTEILLE DE LEYDE.—C'est une bouteille ordinaire dont les parois interne et externe sont recouvertes d'une feuille d'étain (Fig. 208); une tige de cuivre plonge dans l'intérieur et se termine en dehors par un bouton A. Cette bouteille permet de condenser de très fortes charges d'électricité, et d'obtenir des commotions, des étincelles et autres effets très curieux.

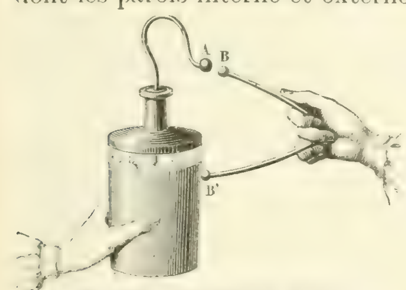


Fig. 208—Bouteille de Leyde.

On charge la bouteille en la tenant à la main et en approchant le bouton A d'une machine électrique. Si alors on approche l'autre main de ce même bouton, la bouteille se décharge par l'intermédiaire du corps, et l'on sent une vive contraction dans les poignets, les bras et jusque dans la poitrine. La décharge des grosses bouteilles de Leyde n'est pas sans danger. On peut faire passer la décharge dans plusieurs personnes qui se tiennent par la main.

La réunion de plusieurs bouteilles de Leyde s'appelle une *batterie électrique* (Fig. 209).

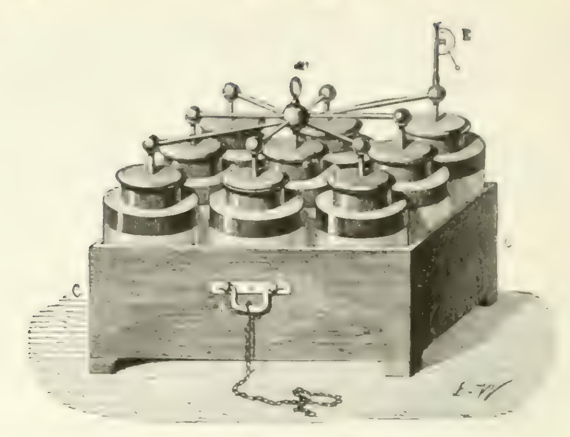


Fig. 209.—Batterie électrique.

La décharge des batteries électriques peut réduire l'or en vapeur, percer du verre assez épais, enflammer l'alcool, la poudre, et peut devenir dangereuse et quelquefois mortelle, même sur une longue chaîne de personnes.

Electricité de l'atmosphère et des nuages.—On a prouvé que l'air, même lorsque le temps est serein, est constamment électrisé, et que tout corps conducteur dans l'air peut s'électriser par influence comme si on le plaçait tout près d'une machine électrique. La cause de cette électrisation de l'air est loin d'être connue.

Les nuages aussi sont électrisés, comme l'ont démontré Dalibard et Franklin. On admet que des nuages électrisés positivement et des nuages électrisés négativement peuvent se trouver en présence dans l'air ; il peut donc alors se produire des décharges, soit entre les nuages, soit entre un nuage et le sol. Ces décharges, qui sont de même nature, mais beaucoup plus fortes que celles des machines électriques, constituent ce qu'on appelle la *foudre.*

Eclairs et tonnerre.—Les *éclairs* sont des étincelles électriques qui jaillissent entre deux nuages électrisés ; on appelle plus spécialement *foudre* les décharges qui éclatent entre un nuage et le sol. Les éclairs peuvent avoir

jusqu'à plusieurs lieues de longueur et ne durent pas un millionième de seconde.

Le plus souvent, du moins à première vue, les éclairs se présentent sous forme de zigzags. Les *éclairs de chaleur* sont de véritables éclairs, comme les autres, mais qui sont masqués par des nuages, ou qui jaillissent sous l'horizon ; ils produisent des lueurs qui illuminent le ciel pendant un temps très court.

Le *tonnerre* n'est rien autre chose que le bruit de l'éclair. Ce bruit est presque toujours entendu après l'apparition de l'éclair, à cause de la grande différence entre la vitesse de la lumière et celle du son.

Comme les éclairs ont souvent une longueur considérable, on n'entend pas du même coup le bruit qu'ils produisent dans toutes leurs parties, mais successivement le son qui éclate en leurs différents points : c'est ce qui explique le *roulement* prolongé du tonnerre. On admet aussi que la réflexion du son sur les aspérités et obstacles du sol peut contribuer à produire le phénomène du roulement.

Les effets de la foudre peuvent se comparer à ceux des fortes batteries électriques, avec cette différence qu'ils sont incomparablement plus prononcés.

La foudre brise les arbres, détruit les maisons, fait voler en éclats surtout les corps mauvais conducteurs, comme le bois.

L'on sait aussi que la foudre développe beaucoup de chaleur et peut allumer des incendies.

Enfin, elle produit de terribles commotions sur les hommes et les animaux, commotions suffisantes pour causer la mort.

PARATONNERRES.—Les paratonnerres, inventés par Franklin, sont des appareils destinés à protéger les édifices contre la foudre. Ce sont des tiges métalliques terminées en pointes à l'extrémité supérieure et communiquant intimement avec le sol, à la partie inférieure.

Il est essentiel qu'un paratonnerre soit bien installé ; autrement, il constitue plutôt un danger qu'une protection.

La tige du paratonnerre doit être assez grosse, bien continue, en communication parfaite avec les grandes pièces métalliques de la maison, avec le zinc ou la tôle qui recouvre le toit, par exemple, enfin présenter un bon contact avec le sol. Pour réaliser cette dernière condition, qui est très importante, on plonge l'extrémité du paratonnerre dans un puits, ou bien on termine la tige en plusieurs branches aboutissant chacune à une plaque de métal enfouie dans une terre humide.

Les physiciens admettent que le paratonnerre joue à la fois un rôle *préventif* et *protecteur*, c'est-à-dire, d'une part, qu'il détruit ou du moins diminue la charge électrique des nuages orageux, et que, d'autre part, il protège l'édifice sur lequel il est installé, lorsque la foudre éclate, malgré l'action du paratonnerre.

En effet, un nuage, électrisé positivement, agit par influence sur les édifices et attire une charge de nom contraire, mais celle-ci s'écoule par les pointes des paratonnerres et va neutraliser peu à peu le nuage.

Si ces effets ne sont pas parfaitement réalisés, à cause de l'arrivée subite ou la violence de l'orage, la foudre, en éclatant entre le nuage et le sol, prendra le chemin le plus facile, c'est-à-dire frappera de préférence le paratonnerre qui est bon conducteur et qui, de plus, domine l'édifice et en constitue la partie la plus saillante. La charge électrique s'écoulera donc dans le sol par la tige du paratonnerre et l'édifice sera préservé des effets destructeurs de la foudre.

Orages d'été.—C'est surtout pendant les orages d'été que le tonnerre gronde et que la foudre sillonne l'atmosphère.

Ces orages, qui ont lieu le plus souvent l'après-midi ou le soir des chaudes et humides journées d'été, commencent toujours par une grosse bourrasque de vent, accompagnée de pluie battante à très gros grains ; le tonnerre éclate et la foudre tombe souvent. Les nuages orageux viennent de l'ouest, et s'annoncent par de gros cumulus qui laissent échapper au loin une trainée grise de pluie.

L'orage passe sur nos têtes et s'enfuit vers l'est, la pluie diminue puis cesse tout à fait.

Les orages d'été sont des phénomènes locaux et qui ne couvrent que quelques milles en largeur, mais leur vitesse de déplacement, qui est très grande, peut aller jusqu'à cinquante milles à l'heure.

Nous avons dit que ces orages se forment dans l'après-midi des chaudes journées d'été ; les nuages orageux qui les produisent sont dus à l'échauffement considérable d'une partie du sol par le soleil, et, par suite, aux mouvements ascendants de l'air qui avoisinent ces régions.

La *grêle* accompagne souvent les orages d'été : elle tombe pendant l'orage, mais jamais après qu'il est passé.

On sait que la chute de la grêle cause de graves dégâts aux moissons et aux arbres.

La formation de la grêle et la suspension des grêlons dans les nuages sont des phénomènes encore très obscurs et dont l'explication laisse encore à désirer.

PILE. — La *pile*, inventée par Volta, à la fin du dix-huitième siècle, et appelée, pour cette raison, *pile voltaïque*, est un appareil qui produit dans un fil conducteur un mouvement, un écoulement d'électricité qu'on désigne sous le nom de *courant électrique*.

Il y a un grand nombre de piles de forme et de composition différentes. Celle de Daniell, très employée, se compose d'un vase en verre V (Fig. 210) contenant de l'eau que l'on a additionnée d'acide sulfurique, c'est-à-dire d'*huile de vitriol*. Dans cet acide plonge une lame enroulée Z de zinc ; on place à l'intérieur du vase V un deuxième vase D en terre poreuse non vernie que l'on a rempli de *vitriol bleu* ou sulfate de cuivre en dissolution dans l'eau, et l'on plonge dans ce liquide une lame de cuivre C. Si l'on réunit le cuivre et le zinc par un fil

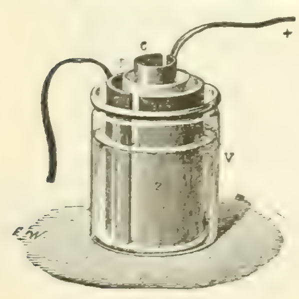


Fig. 210. — Pile de Daniell.

de cuivre, on constate qu'il se produit un déplacement d'électricité qui va du cuivre vers le zinc dans le fil et du zinc au cuivre, à l'intérieur de la pile, à travers le vase poreux D.

La *pile des télégraphes* est une modification de la pile Daniell ; on l'appelle la *pile Callaud* ou *pile gravité.* Dans cette pile, on supprime le vase poreux qui séparait les deux liquides, eau acidulée d'acide sulfurique et dissolution de sulfate de cuivre ; ces deux liquides, inégalement pesants, se séparent d'eux-mêmes uniquement par leur différence de poids, le plus lourd, le sulfate de cuivre, occupant la partie inférieure du vase ; la résistance intérieure, de cette manière, se trouve diminuée.

La pile Callaud fournit des courants constants pendant plusieurs mois ; le seul soin à apporter est d'ajouter de temps en temps un peu d'eau, pour remplacer celle qui disparaît par évaporation, et des cristaux de sulfate de cuivre, à mesure que cette substance se décompose par le passage du courant.

Nous avons déjà dit que le courant électrique se propage, dans le fil extérieur, du cuivre vers le zinc ; la lame de cuivre, soudée au cylindre de cuivre C (Fig. 210) s'appelle le *pôle positif* de la pile, et la lame de cuivre soudée au zinc est le *pôle négatif.* Le courant s'écoule du pôle positif au pôle négatif, dans le fil qui les réunit.

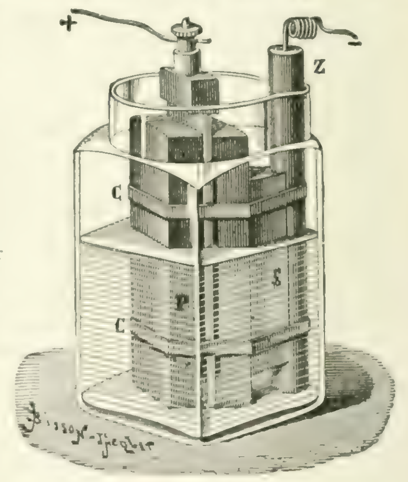


Fig. 211.—Pile Leclanché.

Ajoutons qu'une pile ne dure pas indéfiniment. Le zinc, lorsque la pile produit un courant, s'use, se dissout dans l'acide, et il faut le remplacer quand il est consumé.

Pour obtenir un courant plus fort, on associe ensemble plusieurs piles par leurs pôles de noms contraires. Le dernier cuivre, à l'un des bouts de la série, et le dernier zinc, à l'autre extrémité, sont les pôles positif et négatif de l'ensemble.

Disons un mot d'une autre pile, l'*élément Leclanché*, très employé pour les téléphones. Comme on le voit dans la figure 211, le pôle négatif est un bâton de zinc qui plonge dans une dissolution de sel ammoniac, et le pôle positif est une lame de charbon sur laquelle on a comprimé une substance particulière appelée peroxyde de manganèse.

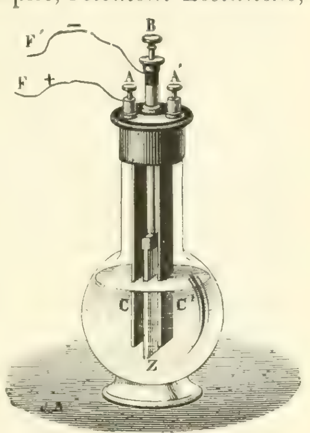


Fig. 212.—Pile de Grenet.

La pile Grenet, assez utilisée dans les laboratoires, est constituée par les mêmes métaux que la précédente, mais le charbon C et le zinc Z (Fig. 212), plongent dans une dissolution de bichromate de potasse contenant de l'acide sulfurique.

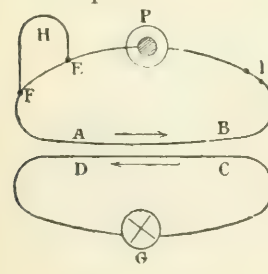


Fig. 213.—Induction.

Courant d'induction.—Un courant électrique d'une pile peut produire d'autres courants dans des circuits de fils placés dans le voisinage. Si, par exemple, un fil A B (Fig. 213), parcouru par un courant, est rapproché vivement d'un autre fil D C qui n'en contient pas, ce dernier devient le siège d'un courant développé par l'influence du premier.

Ce phénomène porte le nom d'*induction* ; le courant qui provoque l'induction s'appelle *courant inducteur* et

l'autre, celui qui prend naissance sous l'influence du premier, se nomme *courant induit*.

Pour produire l'induction, il n'est pas nécessaire que le courant inducteur se rapproche de l'autre fil ; l'induction a lieu encore chaque fois que le courant inducteur subit une *variation quelconque* c'est-à-dire lorsqu'il augmente, ou diminue de force, et même lorsqu'il commence ou cesse.

Les aimants peuvent aussi produire des courants d'induction. Si on approche ou on éloigne un aimant d'un circuit de fil, ce fil est parcouru par un courant de même nature que ceux que développent les courants eux-mêmes.

BOBINE D'INDUCTION.—La *bobine d'induction*, ou *bobine de Ruhmkorff*, est une application du phénomène de l'induction dont nous venons de parler. Son but est de modifier le courant d'une pile pour le rendre apte à produire des étincelles semblables à celle des machines électriques.

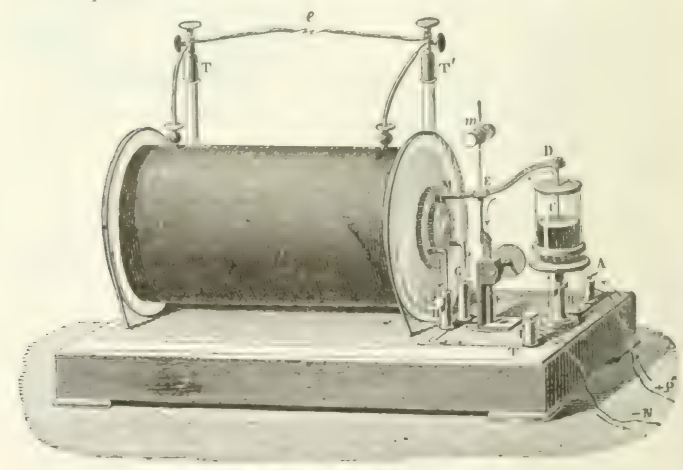


Fig. 214.—Bobine de Ruhmkorff.

Pour construire une bobine d'induçtion, on enroule d'abord, sur un tige de fer, un fil gros et court de cuivre. C'est dans ce fil qu'on fait passer le courant de la pile

que l'on veut transformer. Au-dessus de ce premier fil, on enroule ensuite un autre fil très long et très fin, dont les deux extrémités aboutissent aux bornes T et T' (Fig. 214).

Si alors on fait varier le courant de la pile dans le gros fil, par exemple en l'interrompant un grand nombre de fois, il se produit, dans le fil long et fin, des courants d'induction de très forte pression ou tension, et des étincelles bruyantes, souvent très puissantes, jaillissent entre les bornes, comme on le voit en *e* dans la figure.

La bobine de Ruhmkorff est très employée de nos jours pour la production des rayons X et dans les installations de télégraphie sans fil : on en construit qui donnent des étincelles foudroyantes de plus de 3 pieds de longueur.

PRINCIPE DES MACHINES DYNAMO-ÉLECTRIQUES.—Ces machines constituent une application très importante de l'induction.

Nous venons de voir que les aimants peuvent donner

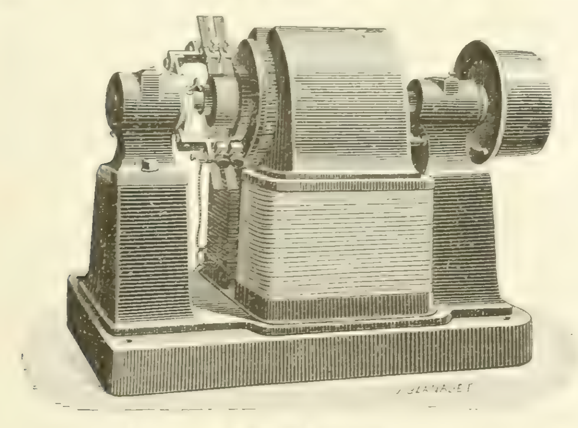


Fig. 215.—Machine dynamo-électrique.

naissance à des courants dans des fils lorsqu'on les fait mouvoir dans leur voisinage. Le même phénomène a

lieu évidemment, si ce sont les fils qui se meuvent par rapport aux aimants : voilà tout le principe des dynamos. Ce sont des masses de fils, enroulés sous forme de bobines, que l'on fait tourner entre les pôles d'aimants puissants. L'induction développe alors des courants électriques dans ces fils, et ce sont ces courants que l'on emploie pour faire marcher les tramways et produire la lumière électrique.

La figure 215 montre comment sont construites les machines dynamo-électriques.

L'aimant est à la partie centrale et se termine par deux pièces qui laissent entre elles un espace vide. C'est dans cet espace que l'on fait tourner, par une machine à vapeur ou une roue hydraulique, les fils qui deviendront le siège de courants induits. Ces courants aboutissent à deux paires de balais en cuivre qui frottent sur l'essieu de la machine, et c'est de là que part le fil extérieur qui conduit le courant là où on veut l'utiliser.

Principe des moteurs électriques.—Nous venons de voir que si l'on fait tourner les fils d'une machine dynamo-électrique—c'est ce qu'on appelle l'*armature* de la machine—, cette machine produit des courants électriques.—On a constaté que si l'on fait passer un courant quelconque, celui d'une forte pile, par exemple, dans l'armature d'une dynamo, cette armature se met immédiatement à tourner, et d'autant plus vite que le courant qui la traverse est plus fort.

Voilà le principe des *moteurs électriques*.

Un moteur électrique n'est donc rien autre chose qu'une dynamo qui tourne lorsqu'on lui fournit un courant. Ce mouvement de rotation pourra ensuite, au moyen de courroies ou de roues dentées, être communiqué à toutes espèces de mécanismes.

Applications des dynamos et des moteurs électriques.—1° *Machines dynamo-électriques.*—Ces machines sont d'un emploi constant dans l'industrie, à cause des forts courants qu'elles peuvent débiter ; elles remplacent avantageusement les piles dans une foule de circonstances.

Le grand développement de la *lumière électrique* n'est, pour ainsi dire, devenu possible que par l'invention des dynamos.

S'il s'agit de la lumière *à incandescence*, on fait passer le courant de la machine dans un filament très fin en charbon (Fig. 216) renfermé dans une ampoule en verre vide d'air. Le courant chauffe assez le filament pour le rendre incandescent.

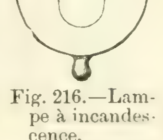


Fig. 216.—Lampe à incandescence.

Dans les *lampes à arc*, avec lesquelles on éclaire les rues des villes et les grands établissements, on dispose deux crayons de charbon qui se touchent d'abord, puis qu'on écarte ensuite. Le courant continue de passer malgré l'éloignement des charbons et produit une lumière éblouissante qu'on appelle l'*arc électrique*. Comme les charbons se consument à mesure qu'ils brûlent, on ajoute à la lampe un système approprié, nommé *régulateur*, qui les rapproche de la quantité convenable.

Les courants des dynamos sont aussi employés pour souder les métaux et même pour extraire ces derniers de leurs minerais. Enfin on les utilise aussi pour le chauffage, quoique ce système, encore assez coûteux, ne soit pas très répandu, sauf pour les tramways.

2° *Moteurs électriques*.—La principale application des moteurs électriques, et, par suite, des machines dynamos-électriques, est sans contredit le transport de la force motrice à distance.

Supposons que l'on veuille faire tourner une scie circulaire au moyen d'un pouvoir hydraulique situé à plusieurs milles de distance.

On installe une turbine près de la chute, et cette turbine, mue par l'eau, fait tourner une dynamo qui produit un courant électrique. Ce courant, transporté par un fil, vient circuler dans l'armature d'un moteur qu'il fait tourner, et celui-ci, au moyen d'une courroie, fait

mouvoir la scie. La force motrice de la chute d'eau se trouve donc transportée à la scie par l'intermédiaire de l'électricité, et c'est le moteur électrique qui rend possible cette distribution de la force à distance.

Un même courant, venant d'un endroit très éloigné, peut faire tourner un grand nombre de moteurs dans la même usine. C'est ainsi que plusieurs mécanismes, à Québec, sont mus par le pouvoir moteur de la chute Montmorency.

Enfin, ce sont des moteurs électriques qui font mouvoir les *tramways électriques* dans les rues des villes. Le courant d'une dynamo circule dans un fil aérien et ce courant, pénétrant dans le tramway par une perche appelée *trolley*, vient alimenter un moteur installé sous la voiture. Le mouvement du moteur est communiqué aux roues du tramway, et celles-ci, en tournant, font avancer le véhicule.

TÉLÉGRAPHE.—Le *télégraphe* est un appareil qui sert à transmettre, au moyen d'un courant électrique, des signaux à distance.

Pour comprendre le principe et le fonctionnement du télégraphe, il est nécessaire de dire un mot des *électro-aimants*.

Le physicien français Arago a découvert qu'un courant, qui circule autour d'une tige de fer, a la propriété de l'aimanter. Un noyau ou tige de fer entouré d'une bobine de fil dans laquelle passe un courant s'appelle un *électro-aimant* (Fig. 217).



Fig. 217.—Electro-aimant.

De plus, le fer ne reste aimanté que pendant le passage du courant ; dès que le courant cesse, le fer se désaimante aussitôt.

Imaginons maintenant que l'on place tout près d'un électro-aimant recourbé en fer à cheval, comme on le voit dans la figure 218, une pièce de fer F. Cette pièce sera attirée lorsque le courant aimantera le noyau de

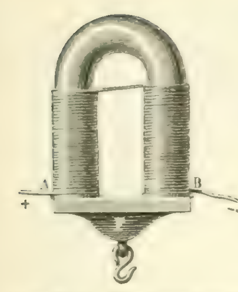


Fig. 218.—Electro-aimant avec armature.

l'électro-aimant, mais retombera aussitôt, à la suppression du courant.

Ce que nous venons de dire contient le principe du télégraphe électrique.

Supposons que l'on veuille mettre Québec et Montréal en communication au moyen de l'électricité. On établira une pile à Québec, un fil, partant de cette pile et s'étendant jusqu'à Montréal, sera enroulé en cette dernière ville sur une tige de fer, de façon à former un électro-aimant ; on placera, devant cet appareil, une lame de fer pouvant être attirée par l'électro-aimant, et s'en détachant par l'effet d'un petit ressort, lorsque le courant cesse.

On lance alors un courant dans la ligne télégraphique en pressant sur le bouton A d'un manipulateur (Fig. 219) ; ce courant se rend pour ainsi dire instantanément à Montréal, circule dans le fil de l'électro-aimant, aimante le

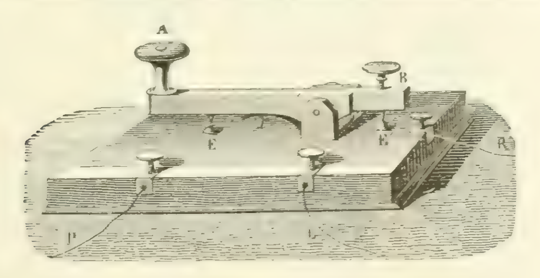


Fig. 219.—Manipulateur Morse.

noyau, et celui-ci, attirant la lame de fer, la fait adhérer aussi longtemps que le courant passe. On supprime le courant de la pile à Québec : l'électro-aimant de Montréal se désaimante, la lame n'est plus attirée et le ressort l'éloigne du noyau de fer. Un nouveau courant produira une nouvelle attraction, laquelle cessera pour une nouvelle cessation du courant, et ainsi de suite.

On comprend alors que, de Québec, on pourra produire à volonté les mouvements de l'armature de l'électro-aimant, en établissant et en supprimant le courant de la pile ; il sera alors possible d'établir une communication entre les deux villes et de se comprendre en employant un alphabet de convention.

La figure 220 montre un appareil *récepteur* du télégraphe *Morse*, employé au Canada. On voit en E l'électro-

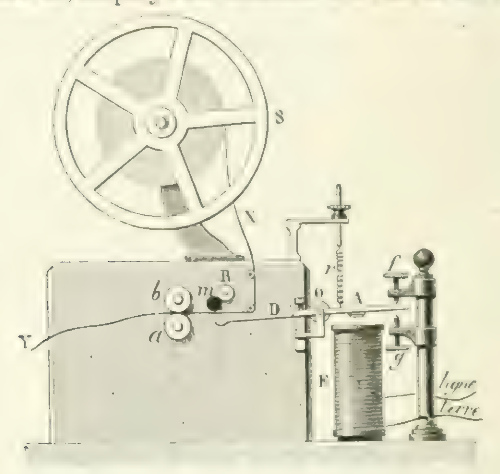


Fig. 220.—Récepteur Morse.

aimant qui reçoit le courant de la ligne, et, au-dessus, la palette de fer OA qui se tient à une petite distance par l'effet du ressort *r*. L'extrémité de la palette est armée d'une petite tige D terminée en pointe. Cette pointe, quand la palette bascule par le passage d'un courant, va faire une marque sur une bande de papier qui se déroule lentement par l'action d'un mécanisme d'horlogerie.

Si le courant passe pendant un certain temps, la pointe fera un *trait* sur le papier, tandis qu'elle ne fera qu'un *point*, si le courant est de courte durée. L'alphabet des télégraphistes est une combinaison de signaux longs et brefs, qui produisent sur le papier des traits et des points diversement disposés.

Le mouvement de l'armature de l'électro-aimant produit un certain bruit caractérisque auquel l'oreille s'habitue très vite ; les bons télégraphistes ne se servent pas de la bande de papier, mais ils jugent des traits et des points par les bruits de l'appareil : c'est ce qu'on appelle *prendre un télégramme au son.*

Le télégraphe, de nos jours, est extrêmement répandu, et l'on sait que l'on peut communiquer d'un continent à l'autre au moyen d'un câble sous-marin qui repose sur le fond de l'océan.

Téléphone. — Le but du téléphone, inventé par Graham Bell, est de transmettre les sons à de grandes distances au moyen de l'électricité.

Rappelons tout d'abord, pour faire comprendre le principe du téléphone, que le mouvement d'un aimant dans le voisinage d'une bobine de fil donne naissance, dans cette bobine, à des courants d'induction. Le mouvement de l'aimant n'est pas la seule cause de ces courants ; il suffit d'une *variation* dans l'aimantation, lorsque, par exemple, l'aimant devient plus fort ou plus faible.

Disons aussi, en second lieu, que le simple fait d'approcher ou d'éloigner un morceau de fer d'un aimant produit une variation dans l'aimantation de ce dernier.

Cela posé, il est facile de faire comprendre le principe du téléphone.

Imaginons un barreau aimanté A B (Fig. 221) portant, enroulée à l'une de ses extrémités, une bobine de fil très fin qui communique avec le fil de ligne. Tout près de l'extrémité A du barreau, on dispose une lame mince de fer G H fixée par son pourtour.

Parlons maintenant devant l'embouchure K du cornet téléphonique. Les vibrations de la parole se communiquent à la lame vibrante de fer,

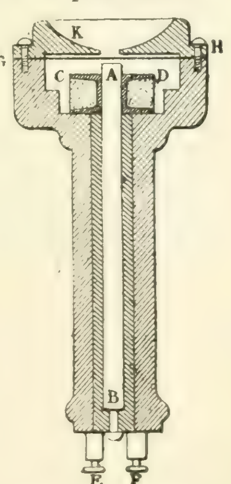


Fig. 221. — Téléphone.

celle-ci, par un mouvement vibratoire de va et vient, s'approche et s'éloigne très rapidement du barreau aimanté, et, par conséquent, comme nous venons de le dire, modifie l'aimantation de ce dernier. Ces variations, d'autre part, produisent des courants induits dans la bobine C' D et ces courants, lancés dans la ligne, viendront circuler dans la bobine d'un cornet semblable placé à l'autre extrémité de la ligne et appliqué à l'oreille de l'interlocuteur.

Que va-t-il se passer dans ce cornet récepteur, et quel effet vont produire les courants qui viennent du cornet transmetteur ?

Evidemment, ces courants vont modifier l'aimantation du barreau, et, dès lors, la plaque de fer sera plus ou moins attirée, c'est-à-dire qu'elle se mettra à vibrer de la même manière que la lame vibrante qui avait produit les courants. L'oreille, appliquée au cornet, entendra donc les sons émis devant le transmetteur.

Le téléphone, tel que nous venons de le décrire, ne contient pas de pile ; il n'y a que deux cornets téléphoniques semblables unis par des fils. Les sons transmis sont très faibles et ne peuvent pas franchir une très grande distance.

Les téléphones employés de nos jours sont très perfectionnés. On y ajoute une pile, une bobine d'induction et un *microphone*, appareil qui a la propriété d'amplifier les sons. On parle devant un microphone et l'on écoute avec un téléphone. De cette façon, on peut se faire entendre à de très grandes distances et avec une grande netteté.

COSMOGRAPHIE

NOTIONS PRÉLIMINAIRES

DÉFINITION ET OBJET DE LA COSMOGRAPHIE. — La *cosmographie* est cette science qui s'occupe de l'étude des *astres* et de la description du *ciel* et des *corps célestes*.

On donne le nom d'*astres* au Soleil, à la Lune et à tous ces points brillants qu'on appelle *étoiles* et qui parsèment le ciel par une belle nuit sans nuages.

La cosmographie traite des dimensions de ces astres, de leurs mouvements, et des rapports qu'ils ont avec la Terre.

Il ne faut pas oublier que la Terre est aussi un astre, et que, par son double mouvement, par la position qu'elle occupe dans l'univers, enfin par tout son ensemble, elle entre dans le cadre de la cosmographie.

Tous les astres n'ont pas la même importance pour nous ; un grand nombre sont fort peu connus et leur étude nous entrainerait trop loin et sans utilité pour le but que nous nous sommes proposé. Nous ne parlerons que des astres qui jouissent d'une importance réelle dans notre système planétaire, et qui, par suite, nous intéressent le plus.

ASPECT GÉNÉRAL DU CIEL. — Le premier phénomène qui nous frappe, lorsqu'on examine avec attention ce qui se passe au-dessus de nos têtes, c'est le mouvement des astres, quels qu'ils soient, sur la voûte des cieux.

On voit, le matin, le Soleil se lever à l'est ou *orient*, monter peu à peu dans le ciel, et, après avoir décrit une courbe plus ou moins grande, suivant la saison, se coucher à l'ouest ou *occident*. La lumière de l'astre s'efface, les ténèbres envahissent l'espace, et l'on voit apparaitre,

comme fixés sur une voûte immense, des points étincelants, les étoiles dont l'éclat tempère l'obscurité de la nuit.

Les étoiles ne sont pas fixes ; elles se meuvent d'un mouvement d'ensemble dans le même sens que celui du Soleil : elles se lèvent à l'orient et se couchent à l'occident, pour apparaître le lendemain au même point de l'horizon et recommencer la même course dans le ciel. On remarque que la position d'une étoile par rapport aux autres ne change pas, mais ces astres gardent leurs distances relatives. Tout se passe donc comme si les étoiles étaient toutes fixées à une immense sphère creuse qui tournerait, en les entraînant, d'orient en occident, dans l'espace de 24 heures.

Toutefois, certains astres, tout en obéissant, comme les étoiles, au mouvement d'ensemble dont nous venons de parler, se déplacent parmi les étoiles et changent de position par rapport aux astres voisins : on les appelle des *astres errants* ou des *planètes*.

Sphère céleste.—Tous les astres, sur la voûte étoilée, nous paraissent à la même distance de la Terre, quoique, en réalité, les distances soient fort inégales. Il est commode, toutefois, pour l'étude des divers phénomènes célestes, d'imaginer une sphère idéale, creuse, immense, sur l'envers de laquelle tous les astres seraient fixés. C'est cette sphère purement imaginaire qu'on appelle la *sphère céleste*. (Fig. 222).

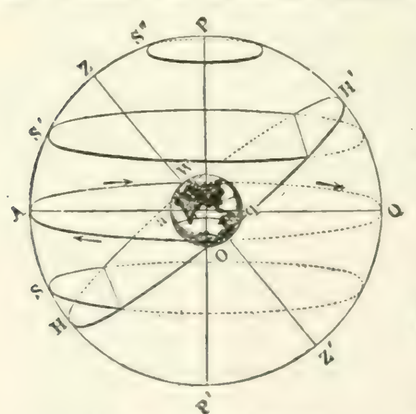


Fig. 222. Sphère céleste.

Cette sphère tourne autour d'une ligne qui aboutit en deux points opposés appelés les *pôles*. L'un de ces pôles, visible pour nous, est situé très près de l'*étoile polaire* : c'est le *pôle boréal* ou *pôle*

nord. Si l'on se tourne vers l'étoile polaire, le *nord* est devant soi, le *sud*, en arrière, l'*est*, à droite, et l'*ouest*, à gauche : ce sont les quatre *points cardinaux*.

La Terre est censée être placée au centre de la sphère céleste, et celle-ci paraît tourner d'orient en occident autour de son axe qui passe par la Terre.

CHAPITRE I

SYSTÈME PLANÉTAIRE

SYSTÈME PLANÉTAIRE.—La Terre que nous habitons est un astre qui, comme les autres planètes, tourne autour du Soleil. Le Soleil et le cortège de planètes qui l'entourent constituent le *monde planétaire*, et l'on appelle *système planétaire* l'ordre de succession de ces corps célestes.

Le système planétaire prend quelquefois le nom de *système solaire*, lorsqu'on considère l'ensemble de tous les corps célestes qui subissent l'attraction du Soleil, tels que les *comètes*, les *bolides*, *les étoiles filantes*, etc.

Le système planétaire s'appelle aussi *système de Copernic*, parce que c'est ce savant astronome qui indiqua, en 1530, la véritable position des planètes par rapport au Soleil. Voici quel est l'ordre et les noms des corps célestes qui composent le système de Copernic :

Au centre est le Soleil, immense foyer de chaleur et de lumière. Le Soleil tourne sur lui-même et se déplace en se dirigeant vers un certain point de l'espace et en entraînant avec lui tout son cortège.

Autour du Soleil circulent, dans d'immenses orbites et à des distances très différentes, les planètes suivantes, en commençant par les plus rapprochées de l'astre central : *Mercure*, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturne*, *Uranus* et *Neptune*. Du temps de Copernic, on ne connaissait pas Uranus et Neptune : ces deux planètes ont été découvertes plus tard.

Entre Mars et Jupiter se trouve tout un monde de petites planètes, appelées *planètes télescopiques*, parce

qu'on ne les voit qu'avec des télescopes, et dont le nombre dépasse 600. Une seule d'entre elles, *Eros*, réside entre Mars et la Terre.

Plusieurs planètes possèdent des *satellites*, c'est-à-dire des corps célestes qui tournent autour d'elles comme elles-mêmes tournent autour du Soleil. La Lune est le satellite de la Terre. Mars a deux satellites, Jupiter sept, Saturne dix, Uranus quatre et Neptune un.

Les planètes et leurs satellites ne sont pas, comme les étoiles, des corps lumineux par eux-mêmes ; de même que la Terre, ils ne produisent pas de lumière, mais réfléchissent celle qu'ils reçoivent du Soleil.

LOIS DE KÉPLER ET DE NEWTON.—Les mouvements des planètes autour du Soleil et des satellites autour des planètes ne se font pas au hasard, mais suivent d'admirables lois établies avec infiniment de sagesse par le Créateur. Ces lois ont été énoncées par le célèbre astronome Képler (1571-1630), et Newton, l'illustre savant anglais (1642-1727), en a déduit le principe de la *gravitation universelle*.

Les trois lois de Képler, qui régissent les mouvements des planètes, exigent, pour être bien comprises, du moins deux d'entre elles, certains développements mathématiques sur lesquels nous ne pouvons pas insister dans ces notes élémentaires de cosmographie. Il nous suffira d'énoncer et d'expliquer, aussi clairement que possible, celle qui est la plus accessible à nos lecteurs.

Képler, après de longues et patientes recherches, a découvert que les planètes décrivent autour du Soleil, non pas des orbites (des courbes) circulaires, comme le pensait Copernic, mais des orbites *elliptiques*, c'est-à-dire des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers.

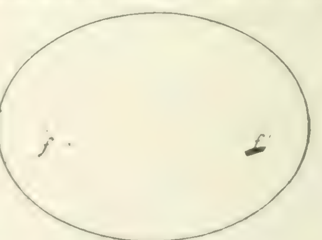


Fig. 223.—Ellipse.

Une ellipse (Fig. 223), est un cercle aplati et présentant à l'intérieur, deux

points déterminés *f* et *f'* qu'on appelle les *foyers* de l'ellipse, tandis que, dans la circonférence (Fig. 224), il n'y a qu'un centre situé à égale distance de tous les points de la courbe.

Il en résulte que les planètes, qui décrivent des ellipses autour du Soleil, ne sont pas toujours à la même distance de l'astre radieux. De plus, leur vitesse de translation est également variable ; c'est quand elles sont le plus près du Soleil qu'elles se déplacent avec le plus de rapidité.



Fig. 224.—Circonférence.

Cette variation de la vitesse ne signifie pas *irrégularité* dans le mouvement, parce qu'elle est soumise à une loi bien définie qui établit un rapport remarquable entre les chemins parcourus et la durée de la translation.

Si l'on compare ensemble les durées des révolutions des différentes planètes, Képler trouve encore un rapport déterminé entre ces durées et les grandeurs des courbes décrites.

Ces deux dernières particularités du mouvement des planètes sont traduites par Képler dans des énoncés mathématiques que nous ne croyons pas utile, nous le répétons, de reproduire ici.

Newton, en étudiant les lois de Képler et en les soumettant au calcul, a démontré l'existence d'une force issue du centre du Soleil, s'exerçant sur les planètes et les déterminant à décrire des courbes autour de cet astre. Newton a donné à cette force le nom d'*attraction*, et, comme il le disait lui-même, tout ce passe comme si le Soleil *attirait* les planètes.

Le mouvement des planètes autour du Soleil suppose une première *impulsion* donnée par le Créateur ; mais cette impulsion, seule, aurait produit un mouvement en ligne droite. Pour concevoir la possibilité d'un mouvement curviligne, pour comprendre comment les planètes décrivent des courbes autour du Soleil, il faut admettre une force qui les dévie de la ligne droite et les assujettit à tourner autour de l'astre central : c'est cette force que Newton a appelée l'*attraction* ou *gravitation*.

Newton a prouvé aussi que cette force d'attraction est d'autant plus faible que les corps attirés sont plus éloignés : l'attraction, pour une distance double, devient quatre fois moins forte, pour une distance triple, neuf fois plus faible, etc.

Enfin Newton reconnut que cette attraction augmente avec la quantité de matière des corps célestes en présence.

Une autre conclusion importante qui se dégage des calculs de Newton, c'est que la pesanteur qui fait tomber les corps à la surface de la Terre n'est qu'un cas particulier de l'attraction universelle ; la pesanteur n'est que l'attraction de la Terre sur les corps et s'exerce d'après les mêmes lois ; bien plus, tous les corps matériels s'attirent les uns les autres de la même manière que le Soleil attire les astres.

On a pu démontrer par l'expérience l'attraction mutuelle de deux masses de plomb, et celle d'un pendule par une montagne.

Tout ce que nous venons d'expliquer peut se résumer dans l'énoncé du principe de la gravitation universelle : *Les corps s'attirent proportionnellement à leurs masses et en raison inverse des carrés de leurs distances.*

Ajoutons, enfin, que la nature intime de cette force qui existe entre les corps n'est pas connue, et Newton lui-même ne s'y est pas trompé ; il faut reconnaître le fait de l'attraction et dire tout simplement que les *choses se passent comme si les corps s'attiraient.*

CHAPITRE II

LA TERRE

Isolement de la Terre dans l'espace.—La Terre est complètement isolée dans l'espace, et si on pouvait la voir d'un endroit éloigné, comme on voit la Lune, elle nous apparaîtrait comme un globe immense qui ne repose sur aucun soutien.

L'isolement de la Terre est prouvé par le mouvement des astres. On voit, par exemple, une étoile se lever le soir à l'orient et se coucher plus tard à l'occident, et, le lendemain, apparaître au même point de l'horizon pour recommencer la même course ; le chemin est donc libre aussi bien au-dessous qu'au-dessus de l'horizon.

D'ailleurs, le fait que l'on peut faire le tour du monde sans voir aucun soutien prouve que la Terre est bien isolée dans l'espace. Le premier voyage de circumnavigation fut effectué par le célèbre navigateur portugais Ferdinand Magellan, en 1519 ; aujourd'hui, ces voyages sont très fréquents.

Plusieurs personnes se demandent comment la Terre peut se tenir dans l'espace sans supports, pourquoi la Terre *ne tombe pas*.—Il est facile d'expliquer ce fait en affirmant que la Terre tombe réellement vers le Soleil dont elle subit l'attraction ; l'impulsion initiale qu'elle a reçue, combinée avec la force d'attraction qui émane de l'astre radieux, produit un mouvement de révolution continue autour du Soleil, comme nous l'avons expliqué en parlant des lois de Képler et de Newton.

Forme de la Terre.—Un premier regard jeté autour de nous nous montre la Terre comme une table immense sensiblement plate et sur laquelle s'appuie, aux limites de l'horizon, la voûte du ciel. La plupart des anciens ne croyaient pas à la rondeur de la Terre, et l'on sait que les marins de Christophe Colomb, naviguant vers l'Amérique, craignaient d'arriver au *bout* de la Terre et de tomber dans le vide.

Un examen plus attentif des phénomènes qui se passent sous nos yeux nous prouve que la Terre est ronde, c'est-à-dire qu'elle a la forme d'une boule ou d'une *sphère* à peu près parfaite.

Il suffit, pour se convaincre de la rondeur de la Terre, de regarder, sur le rivage de la mer, un navire s'avancer vers nous ou s'éloigner (Fig. 225).



Fig. 225.—Rondeur de la Terre.

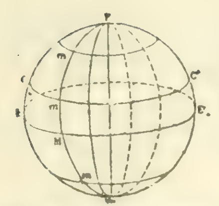
Si le navire est très loin et qu'il se rapproche du rivage, on voit d'abord seulement le bout des mâts, le reste étant caché à nos yeux par la courbure de la mer ; à mesure qu'il s'avance, les mâts semblent sortir de l'eau, puis l'on voit les voiles les plus basses et enfin la coque.

Un navire qui s'éloigne laisse voir le phénomène inverse : c'est la coque qui disparaît la première, comme si elle s'enfonçait sous l'eau, puis les voiles basses, ensuite les plus hautes et enfin le bout des mâts se dérobent à la vue. Si l'on monte sur une tour élevée, le navire, qui venait de disparaître, apparaît de nouveau pour disparaître encore une fois, après quelque temps.

Ces apparences prouvent évidemment la courbure de la mer et ne peuvent s'expliquer autrement que par la sphéricité de la Terre.

Toutefois, la Terre n'est pas une sphère parfaite. Elle est légèrement aplatie aux pôles et renflée à l'équateur. Imaginons deux lignes droites, partant toutes les deux du centre de la Terre et aboutissant, l'une à l'un des pôles et l'autre à l'équateur. Cette deuxième ligne, à cause de l'aplatissement, est de 13 milles plus longue que la première : en d'autres termes, le *rayon équatorial* est de 13 milles plus long que le *rayon polaire*.

PÔLES, ÉQUATEUR, MÉRIDIENS ET PARALLÈLES.—Nous avons vu que la Terre a la forme d'une sphère ; nous


Fig. 226. Meridiens et parallèles.

verrons un peu plus loin qu'elle tourne sur elle-même et qu'un tour complet s'effectue en 24 heures.

On appelle *axe de rotation* de la Terre la ligne autour de laquelle elle tourne.

L'axe de la Terre P P' (Fig. 226) aboutit en deux points opposés dont l'un P est le *pôle nord*, et l'autre P' le *pôle sud*.

Si l'on coupe la Terre suivant un grand cercle passant par son centre, ce cercle E E' s'appelle l'*équateur ;* il divise la Terre en deux parties égales ou *hémisphères*; l'un l'*hémisphère boréal*, celui du nord, et l'autre l'*hémisphère austral*, celui du sud.

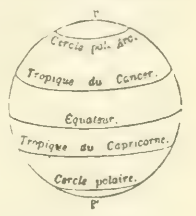


Fig. 227.—Cercles polaires et tropiques.

On désigne sous le nom de *méridiens* les grands cercles passant par les pôles, tels que P m P'; les cercles parallèles à l'équateur, tels que C C', s'appellent des *parallèles*: ils sont d'autant plus petits qu'ils sont plus rapprochés des pôles.

Cinq parallèles portent des noms particuliers: 1° l'*équateur* qui divise la Terre en deux parties égales; 2° le *tropique du Cancer* et le *tropique du Capricorne* (Fig. 227) entre lesquels est comprise la *zone torride* ou des grandes chaleurs; 3° le *cercle polaire arctique* et le *cercle polaire antarctique*.

Les zones comprises entre les cercles polaires et les tropiques s'appellent *zones tempérées*, et les deux parties extrêmes, limitées par les cercles polaires, sont les *zones glaciales*.

Latitude et longitude d'un lieu.—On appelle *latitude d'un lieu* la distance de ce lieu à l'équateur. On la mesure en *degrés*, sur le méridien qui passe par le lieu en question, de l'équateur vers ce point. Ainsi, la latitude du lieu *m* est la distance M *m*, comptée à partir de M, sur l'équateur (Fig. 226). Les degrés sont les divisions de la circonférence. Le méridien qui passe par le point

m contient 360 degrés, chaque degré est divisé en 60 minutes, et chaque minute en 60 secondes. Les degrés s'expriment par le signe °, les minutes par le signe ′ et les secondes par le signe ″.

La latitude de Québec est de 46° 49′ 12″, c'est-à-dire que la distance de Québec à l'équateur est évaluée par ces chiffres.

La *longitude* d'un lieu est la distance, mesurée sur l'équateur, entre le méridien qui passe par ce lieu et un autre méridien choisi par les astronomes et qui sert de point de départ. Si le lieu en question est à l'*est* du premier méridien, la longitude est *orientale*, s'il est à l'*ouest*, elle est *occidentale*.

Les différents pays ne s'entendent pas pour choisir le premier méridien. Les Anglais comptent les longitudes à partir du méridien de Greenwich (près de Londres), les Français à partir de celui de Paris, et les Américains à partir de celui de Washington.

La longitude de Québec est 71° 16′ ouest de Greenwich.

C'est en mesurant la longitude et la latitude que les marins peuvent déterminer la position d'un navire sur l'océan.

Dimensions de la Terre.—La ligne qui joint le centre d'une sphère à un point quelconque de sa surface s'appelle le *rayon* de cette sphère. Le rayon moyen de la Terre est de 1320 lieues. Lorsqu'on connaît le rayon d'une sphère, le calcul permet de trouver les autres dimensions, c'est-à-dire la surface et le volume.

Une lieue *carrée* est une étendue de terrain qui a une lieue en longueur et une lieue en largeur. La surface totale de la Terre, c'est-à-dire l'étendue de terrain qu'elle comprend, est évaluée à 22 millions de lieues carrées.

Imaginons un bloc de terre qui aurait une lieue en longueur, une lieue en largeur et une lieue en hauteur : c'est ce qu'on appelle une *lieue cube*. La Terre contient 1 milliard (mille millions) de lieues cubes.

Les aspérités de la Terre, les montagnes, collines, dépressions océaniques, sont pour ainsi dire insensibles, si on les compare aux dimensions totales du globe. La plus

haute montagne, le mont Gaorisankar, dans l'Hymalaya, haut de plus de 29,000 pieds, n'est que la sept-centième partie du rayon terrestre. Sur un globe de 12 pieds de diamètre, sa hauteur serait représentée par un peu plus de 1 ligne. La Terre, toutes proportions gardées, est donc plus unie que l'écorce d'une orange et aussi lisse qu'une bille de billard.

ROTATION DE LA TERRE.—Nous avons déjà dit que le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles paraissent tourner autour de la Terre d'orient en occident, comme s'ils étaient tous fixés sur une sphère immense que nous avons appelée la sphère céleste. Ce mouvement d'ensemble n'est pas réel, et les apparences que nous constatons tous les jours sont dues à la rotation de la Terre sur elle-même d'occident en orient, dans l'intervalle de 24 heures.

PREUVES DE LA ROTATION DE LA TERRE.—Il y a un grand nombre de preuves de la rotation de la Terre, et, parmi celles-ci, la plus tangible, la plus visible est la belle expérience du pendule de Foucault. Mais ces démonstrations exigent, pour la plupart, des notions trop précises de physique et de mécanique pour que nous songions à les rapporter ici. Nous nous contenterons de deux preuves moins importantes, à la vérité, mais qui ont le mérite d'être accessibles à tous.

1° Si la Terre ne tourne pas, il faudrait expliquer les apparences par le mouvement d'ensemble du Soleil, de la Lune, des planètes et des étoiles autour de la Terre, dans l'espace de 24 heures. Or, ce mouvement du ciel conduit à des conséquences qu'il est impossible d'admettre.

En effet, le Soleil, pour effectuer un tour complet en 24 heures, devrait parcourir, à cause de sa distance à la Terre, 1875 lieues à la seconde, Saturne, 9½ plus éloigné que le Soleil, ferait 16,000 lieues à la seconde, Neptune, la planète la plus éloignée du Soleil, 67,000 lieues, et l'étoile la plus rapprochée, 520 millions de lieues à la seconde ! De pareilles vitesses ne sont-elles pas complètement absurdes ?

2° Le mouvement d'ensemble de la sphère céleste supposerait que les astres sont tous à égale distance de

la Terre, et l'on serait forcé d'admettre que des liens mystérieux les lient les uns aux autres. Or, il n'en est rien. Les astres sont indépendants les uns des autres et sont situés à des distances *fort inégales* de la Terre. Leur mouvement d'ensemble est donc impossible, tandis que tout s'explique merveilleusement, si l'on admet que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures.

De plus, comment supposer que la Terre, qui n'est qu'un grain de sable dans l'univers, soit le centre des mouvements célestes et contraigne des astres beaucoup plus gros à tourner autour d'elle ?

Le jour et la nuit sur la Terre.—C'est le *jour* pour l'hémisphère de la Terre tourné vers le Soleil et la *nuit* pour l'autre, qui ne reçoit aucune lumière. Au bout de 12 heures, les rôles sont changés : la Terre a fait un demi-tour sur elle-même et la partie autrefois éclairée est maintenant dans l'ombre, et la partie dans l'ombre, 12 heures auparavant, est maintenant inondée de lumière. Le jour et la nuit se succèdent donc l'un à l'autre par suite de la rotation de la Terre.

Inégalité des jours et des nuits.—L'on sait que les jours ne sont pas toujours égaux aux nuits, sauf à deux époques de l'année, c'est-à-dire le 21 mars et le 22 septembre, lorsque commencent le printemps et l'automne, et cela pour toute la Terre. En été, les jours sont plus longs que les nuits, et le contraire a lieu pendant l'hiver.

Cette différence de longueur, aux diverses époques de l'année, tient à ce que le cercle qui sépare la lumière de l'ombre sur la Terre ne passe pas par les pôles. La Terre est un peu inclinée par rapport aux rayons lumineux qu'elle reçoit du Soleil, et se transporte autour du Soleil en gardant la même position par rapport aux étoiles.

Il en résulte que le pôle nord est dirigé vers le Soleil pendant l'été, tandis qu'il est dans l'ombre pendant l'hiver.

La différence de longueur entre les jours et les nuits est d'autant plus accentuée qu'on se rapproche davantage des pôles. A l'équateur, les jours sont égaux aux nuits pendant toute l'année, mais, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, la différence devient de plus en plus apprécia-

ble. Dans les pays du nord, il y a des jours et des nuits longs comme nos mois, et, au pôle même, il n'y a qu'un jour et qu'une nuit par année.

CHAPITRE III

LE SOLEIL

Mouvement journalier apparent du Soleil.— Nous avons déjà dit que le Soleil, comme les étoiles, obéit au mouvement de la sphère céleste, qu'il se lève à l'orient et se couche à l'occident, et que ce mouvement apparent est dû à la rotation de la Terre en sens contraire, c'est-à-dire d'occident en orient. Il y a cependant certaines particularités qui établissent une différence profonde entre le mouvement apparent du Soleil et celui des étoiles. Ces dernières se lèvent toujours aux mêmes points de l'horizon, et passent au milieu de leur course à la même heure.

Il n'en est pas de même du Soleil : les points de son lever et de son coucher changent d'un jour à l'autre aux différentes époques de l'année, et la courbe qu'il décrit au-dessus de nos têtes n'a pas toujours la même grandeur ni la même position.

Ces variations sont dues au fait que le Soleil, animé d'un mouvement propre parmi les étoiles, se déplace chaque jour d'une certaine quantité sur la sphère céleste.

Si l'on marque chaque jour la position que le Soleil occupe sur la sphère et si l'on réunit tous ces points par une ligne continue, on obtient une courbe qui représente le chemin qu'il a semblé parcourir pendant une année. Cette courbe est un grand cercle de la sphère et s'appelle l'*écliptique* ; elle est représentée par SS' dans la figure 228. L'on voit aussi dans la même figure que l'écliptique ne coïncide pas avec l'équateur, mais que la moitié de ce cercle est tracée au-dessus, tandis que l'autre est décrite au-dessous. Les deux points *e* et *e'* où l'écliptique rencontre l'équateur sont les *équinoxes*, l'un, l'*équinoxe du*

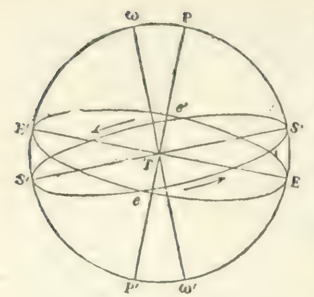


Fig. 228.—Écliptique.

printemps, par où passe le Soleil vers le 21 mars, au commencement du printemps, l'autre, l'*équinoxe d'automne*, point occupé par le Soleil vers le 22 septembre lorsque l'automne succède à l'été.

Vers le 21 ou le 22 juin, le Soleil est au point S, le plus éloigné de l'équateur : on l'appelle le *solstice d'été* et c'est le commencement de l'été. Le point S' est le *solstice d'hiver* et c'est le commencement de l'hiver.

Mouvement de la Terre autour du Soleil.—Nous venons de dire que le Soleil paraît décrire, dans l'espace d'une année, un grand cercle de la sphère céleste, appelé écliptique, et que ce mouvement semble s'effectuer autour de la Terre. Ce mouvement du Soleil n'est qu'apparent, et il est facile de prouver que c'est la Terre qui tourne autour du Soleil.

1° Le Soleil, comme nous le verrons un peu plus loin, est environ 1,300,000 fois plus gros que la Terre. Peut-on supposer qu'un astre aussi volumineux soit contraint de tourner autour d'un corps aussi petit que la Terre ? Le Créateur infiniment sage qui a constitué l'univers n'a pas dû assujettir, contre toutes les règles de la vraisemblance, une masse énorme, située à 30 millions de lieues de distance, à graviter autour de ce grain de sable qu'est la Terre comparée à l'astre radieux.

2° Il est de toute évidence qu'il y a unité et harmonie dans la création, et, en particulier, dans le système planétaire. Or, le mouvement du Soleil autour de la Terre introduirait dans notre système une complication qu'il est difficile de concevoir. Les autres planètes, en effet, tournent autour du Soleil ; il faudrait donc admettre, si le Soleil tourne autour de la Terre, qu'il emporte avec lui son cortège de planètes, ce qui complique sans raison et sans but le système du monde. Si, au contraire, la Terre

gravite autour du Soleil, notre globe prend son rang parmi les planètes, et tout s'explique avec la plus grande facilité.

D'ailleurs, les apparences que l'on constate sur la Terre seraient les mêmes pour les observateurs placés dans les autres planètes, dans Mars, par exemple. Ces observateurs verraient, comme nous, le Soleil tourner autour d'eux et la Terre tourner autour du Soleil.

Faudrait-il conclure que Mars est placé au centre du mouvement ?

La conclusion du mouvement du Soleil autour de notre planète n'est pas plus légitime ni plus raisonnable.

Il existe une autre démonstration plus directe du mouvement de la Terre autour du Soleil ; nous devons la mettre de côté, à cause des difficultés particulières qu'elle comporte.

Explication des saisons.—L'on sait que l'année est divisée en quatre périodes appelées *saisons*. Ce sont : le *printemps*, qui commence vers le 21 mars, à l'équinoxe du printemps ; l'*été*, qui commence vers le 21 juin, à l'époque du solstice d'été ; l'*automne*, dont le début a lieu vers le 22 septembre, à l'équinoxe d'automne ; l'*hiver*, enfin, qui commence vers le 20 décembre, au solstice d'hiver.

Les saisons ne sont pas d'égale durée : la plus longue est l'été et la plus courte est l'hiver, avec une différence de 4 jours et 14 heures environ. Le printemps, un peu plus court que l'été, est plus long que l'automne.

Cette inégalité est due, en partie du moins, au fait que la Terre, dans son mouvement annuel autour du Soleil, ne se meut pas toujours avec la même vitesse.

Les saisons sont bien différentes les unes des autres par leur température. L'on sait que l'été est la saison des chaleurs, l'hiver celle des froids, et le printemps et l'automne sont des saisons intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Quelle est la cause de ces variations si marquées de température aux diverses époques de l'année ?

L'on enseigne en physique qu'une surface quelconque est d'autant plus échauffée qu'elle reçoit plus directement,

plus d'aplomb, les rayons du Soleil, et, par suite, d'autant moins échauffée que les rayons frappent cette surface plus obliquement.

En été, le Soleil s'élève très haut au-dessus de l'horizon et ses rayons frappent la Terre presque perpendiculairement, tandis qu'en hiver il reste à une plus faible hauteur dans le ciel et ses rayons sont très obliques. Voilà pourquoi la quantité de chaleur reçue en été est beaucoup plus grande qu'en hiver.

Une autre cause s'ajoute à la précédente : les jours sont plus longs en été qu'en hiver. Il en résulte que le Soleil chauffe la Terre plus longtemps, la quantité de chaleur emmagasinée est plus considérable, et le sol n'a pas le temps de perdre pendant la nuit la chaleur qu'il a reçue pendant le jour.

Le contraire a lieu durant l'hiver. Les jours, à cette époque de l'année, sont très courts et les nuits très longues, en sorte que le sol perd pendant la nuit plus que ce qu'il peut gagner pendant le jour : c'est pour cela que la température s'abaisse graduellement.

Dans l'hémisphère austral, au sud de l'équateur, les saisons, relativement à la température, sont dans un ordre inverse aux nôtres. L'hiver est la saison des chaleurs et l'été celle des froids, et il en est de même de la longueur relative des jours et des nuits.

Distance du Soleil a la Terre.—La distance qui sépare la Terre du Soleil a été mesurée en prenant, comme base du calcul, les dimensions de notre globe, et, en particulier, la valeur de son rayon. Cette distance est d'environ 30 millions de lieues.

Voici comment on peut se faire une idée d'une distance de 30 millions de lieues :

Un train de chemin de fer, filant à la vitesse de 60 milles à l'heure, prendrait environ *170 ans* pour franchir cette distance.

Un boulet de canon, lancé vers le Soleil, n'atteindrait le but qu'au bout de 9 ans, à peu près. Il faut à la lumière, dont la vitesse est de 62,000 lieues à la seconde, 8 minutes et 16 secondes pour accomplir le trajet.

Pour combler la distance qui nous sépare du Soleil, il faudrait accoler bout à bout 11,600 globes gros comme la Terre.

Les étoiles, toutefois, sont encore beaucoup plus éloignées de nous que le Soleil : la plus rapprochée est au moins 200,000 fois plus loin.

Dimensions du Soleil.—On mesure les dimensions du Soleil en les comparant à celles de la Terre, ou plutôt, en comparant les rayons des deux astres.

Le *rayon* du Soleil est égal à environ 108 fois celui de la Terre.

Nous avons dit plus haut que la surface totale de la Terre, c'est-à-dire l'étendue de terrain qu'elle comprend, est évaluée à 22 millions de lieues carrées. La surface totale du Soleil équivaut à 11,800 fois celle de la Terre.

Nous avons vu aussi que la Terre contient 1 milliard de lieues cubes. Le Soleil en mesure 1,280,000 fois plus, c'est-à-dire que le Soleil est, en chiffre rond, 1,300,000 fois plus gros que la Terre.

Comment peut-on se faire une idée exacte d'une sphère aussi grosse que le Soleil ? Trois minots et demi de blé contiennent 1,300,000 grains ; un tas de blé formé par ces trois minots et demi et comparé à la grosseur d'un seul grain représente donc le volume du Soleil par rapport à celui de la Terre.

Mesure du temps.—Les mouvements apparents du Soleil servent, pour les usages de la vie civile, à déterminer les divisions et subdivisions du temps. L'on compte le temps par *années*, chaque année est divisée en *jours*, chaque jour en *heures*, chaque heure en *minutes*, et chaque minute en *secondes*.

Le *jour*, celui qui mesure la vie civile de l'homme et qui sert de date aux différents événements, s'appelle le *jour solaire* ; son origine est le mouvement journalier apparent du Soleil sur la sphère céleste : c'est le temps qui s'écoule entre deux midis consécutifs, et il est divisé en 24 heures.

Toutefois, les jours solaires présentent, pour la mesure du temps, un inconvénient très grave : *ils sont inégaux*

en durée, à cause de l'inégalité du mouvement du Soleil, et les besoins de la vie exigent que le temps soit compté par des jours tous égaux entre eux.

Voilà pourquoi il a été nécessaire de choisir un jour de convention toujours égal à lui-même : c'est ce qu'on appelle le *jour solaire moyen*, dont la durée est une moyenne entre les jours solaires inégaux. Le *jour solaire vrai* est celui qui est déterminé par le mouvement du Soleil et qui varie en longueur aux différentes époques de l'année.

On appelle *temps vrai* celui qui se compose des jours solaires vrais, et *temps moyen* celui qui résulte de la succession des jours moyens. Les dates des phénomènes astronomiques sont d'ordinaire indiquées en temps moyen et non en temps vrai.

Il est donc *midi vrai* quand le Soleil vrai passe au méridien, et il est *midi moyen* lorsque commence le jour moyen, suivant les conventions des astronomes.

On a coutume, en astronomie, de faire commencer le jour moyen à midi moyen et l'on compte les heures de 0 à 24 d'un midi à l'autre : c'est le *temps moyen astronomique*. Dans la vie civile, on divise le jour en deux périodes égales de 12 heures, et l'on fait commencer le jour à minuit : c'est le *temps moyen civil*.

Le jour solaire vrai et le jour solaire moyen ne coïncident pas la plupart du temps. L'un est tantôt plus long et tantôt plus court que l'autre, et leur différence peut aller jusqu'à 17 minutes. C'est cette différence qu'on appelle *équation du temps* et sa valeur est indiquée pour chaque jour dans les almanachs scientifiques.

A quatre époques de l'année, l'équation du temps est nulle, c'est-à-dire que le temps moyen s'accorde avec le temps vrai ; ces dates sont le 15 avril, le 15 juin, le 1 septembre et le 24 décembre.

Les horloges publiques, depuis 1816, sont réglées sur le temps moyen ; une bonne montre ne doit donc pas suivre le Soleil, mais s'en écarte quelque peu, excepté aux quatre dates que nous venons de mentionner où il y a coïncidence entre le temps vrai et le temps moyen.

ANNÉE ASTRONOMIQUE ET ANNÉE CIVILE.—Les longues périodes de temps se mesurent en *années* plutôt qu'en jours.

L'année astronomique ou *année tropique* est l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux retours consécutifs du Soleil à l'équinoxe du printemps, et elle vaut 365 jours solaires moyens, 5 heures, 48 minutes et 51,6 secondes.

Cette année, parce qu'elle ne contient pas un nombre exact de jours, ne pouvait servir à la mesure du temps. Il a fallu lui substituer *l'année civile*, basée évidemment sur la durée de l'année astronomique. Cette année civile se compose d'un nombre entier de jours sans fraction; elle s'adapte donc mieux aux usages de la vie et elle est plus commode pour fixer la date des événements et pour régler les travaux de l'agriculture. C'est le but du *calendrier*.

CALENDRIER.—Le calendrier est un catalogue ou un ensemble de tables où l'on inscrit la répartition des jours en année civile.

Jules César, aidé de l'astronome égyptien Sosigène, résolut de corriger les défauts du calendrier romain établi sous Numa Pompilius. Il fixa la durée de l'année à 365¼ jours. Comme il fallait éviter cette fraction, il adopta l'année *commune* de 365 jours. Il fallait de plus corriger l'erreur produite par l'accumulation de la fraction, erreur qui s'élevait à un jour entier au bout de quatre ans. C'est pour arriver à ce but qu'il ajouta, tous les quatre ans, un jour à l'année commune. Ce jour fut placé entre le 23 et le 24 février et ce mois eut alors 29 jours au lieu de 28. L'année qui contient 366 jours s'appela *année bissextile*. La réforme du calendrier, effectuée par Jules César, porte le nom de *réforme julienne*.

La réforme julienne fut adoptée par le concile de Nicée, en 325 : on y prit certaines mesures qui constituent ce qu'on appelle maintenant le *vieux style*.

Mais la réforme julienne était insuffisante, parce que Sosigène, l'astronome de Jules César, avait donné à l'année tropique une durée qui surpasse de 11 minutes celle de l'année réelle, ce qui constitue une différence de 3 jours en 400 ans.

Le pape Grégoire XIII, en 1582, résolut de réformer le calendrier et de corriger l'erreur des 10 jours accumulés depuis l'époque du concile de Nicée. Il commença par supprimer 10 jours à l'année 1582 et décréta que le lendemain du 4 octobre serait le 15.

Pour prévenir la même erreur à l'avenir, le pape dut retrancher 3 jours en quatre siècles, et décida que sur quatre années séculaires, une seule aurait 366 jours. C'est ainsi que, des quatre années séculaires 1600, 1700, 1800, 1900, la première seule a été bissextile.

Cette dernière réforme du calendrier, due au pape Grégoire XIII, porte le nom de *réforme grégorienne* ou *nouveau style* ; elle est adoptée maintenant par toutes les nations chrétiennes, excepté par les Russes et les Grecs qui ont gardé le calendrier julien ; aussi les dates du calendrier vieux style sont en retard sur les nôtres de 12 jours.

L'année civile, chacun le sait, est divisée en 12 mois : janvier, février, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre, novembre et décembre. Les mois de janvier, mars, mai, juillet, août, octobre et décembre ont 31 jours ; les autres n'en ont que 30 et février 28 ou 29.

La semaine est une période de 7 jours dont les noms sont d'origine payenne, sauf celui de dimanche qui signifie *jour du Seigneur*. Il y a 52 semaines dans une année, avec un ou deux jours de plus, suivant que l'année est *commune* ou *bissextile*.

CHAPITRE IV

LA LUNE

MOUVEMENT DE LA LUNE AUTOUR DE LA TERRE.—La Lune est le satellite de la Terre, et son mouvement s'étudie en notant chaque nuit sa position dans le ciel. On constate qu'elle se déplace par rapport aux étoiles et qu'elle décrit, d'occident en orient, une ellipse dont la Terre occupe un des foyers.

La Lune, dans son mouvement de révolution autour de la Terre, passe tantôt entre le Soleil et la Terre : on dit alors qu'elle est en *conjonction* avec le Soleil, c'est la *nouvelle lune* et le commencement de la *lunaison* ; tantôt elle est de l'autre côté de la Terre, c'est-à-dire que la Terre est placée entre la Lune et le Soleil : la Lune est alors en *opposition* et c'est l'époque de la *pleine lune*. Enfin, la Lune est en *quadrature* à son premier et à son dernier *quartier*, lorsqu'elle forme avec la Terre et le Soleil un angle droit.

Nous venons de dire que la Lune est en conjonction quand elle passe entre la Terre et le Soleil. La Lune, après sa révolution autour de la Terre, revient à une nouvelle conjonction après un intervalle de temps de 29 jours et 13 heures : cette durée s'appelle le *mois lunaire* ou une *lunaison*.

La Lune, en se déplaçant autour de la Terre, tourne aussi sur elle-même et dans le même temps qu'elle prend à accomplir sa révolution. C'est ce qui explique pourquoi elle ne nous montre que la moitié de sa surface, l'autre restant toujours invisible.

PHASES DE LA LUNE.—On appelle *phases de la Lune* les changements profonds d'aspect qu'elle affecte pendant la durée d'une lunaison. Tout le monde a constaté que la Lune est quelquefois invisible pour nous, lorsqu'elle passe entre le Soleil et la Terre : c'est le moment de la *nouvelle lune*. Quelques jours après, elle apparait sous forme d'un croissant d'abord très mince, mais qui augmente à mesure qu'elle s'éloigne du Soleil ; au bout de 7

jours, elle se présente sous la forme d'un demi-cercle éclairé qu'on appelle le *premier quartier*. Quinze jours après l'époque de la conjonction, le disque de la Lune est complet et on voit celle-ci sous la forme d'un cercle entièrement éclairé : c'est la *pleine lune* et elle brille pendant toute la nuit dans le ciel. A partir de ce moment, son disque s'échancre, et, 7 jours après la pleine lune, il ne reste plus qu'un demi-cercle éclairé qu'on appelle le *dernier quartier*. Enfin, ce demi-cercle diminue de plus en plus, devient un croissant de plus en plus mince et finit par disparaître complètement : c'est la fin de la lunaison, et la Lune est de nouveau en conjonction pour recommencer la même série de phases.

Quelle est la cause de ces changements dans l'apparence de la Lune ? — La Lune est un corps non lumineux par lui-même ; la lumière dont elle brille lui vient du Soleil et elle la réfléchit vers la Terre. Il n'y a qu'une moitié de la Lune qui soit éclairée par le Soleil, et, dans son mouvement autour de la Terre, tantôt elle tourne vers nous son hémisphère éclairé, tantôt la partie qui est dans l'ombre, tantôt des parties plus ou moins grandes de la surface qui reçoit les rayons du Soleil. C'est pour cela qu'on la voit sous forme d'un cercle complet à la pleine lune, qu'elle disparaît à la nouvelle et qu'elle se présente sous forme de croisants dans les phases intermédiaires.

Dimensions de la Lune. — Les dimensions de la Lune ont été calculées en prenant pour base celles de la Terre.

Le rayon de la Lune est évalué à 360 lieues, soit les 3/11 de celui de la Terre.

La superficie de la Lune est un peu moins de 4 fois la superficie de l'Europe, environ 1/14 de celle de la Terre.

Enfin, la Lune est environ 50 fois plus petite que la Terre. Pour faire une sphère grosse comme le Soleil, il faudrait 70 millions de lunes.

Distance de la Lune a la Terre. — La distance de la Lune à la Terre est, un chiffre rond, 80 000 lieues. Il faudrait, pour combler cette distance, placer bout à bout un chapelet de 30 terres, ou 110 lunes.

On sait que le son parcourt environ 1 100 pieds par seconde. Supposons une formidable explosion se produisant sur notre satellite à l'époque de la pleine lune, et admettons qu'une atmosphère continue permettrait au son de franchir la distance qui sépare les deux astres. On calcule que le bruit de l'explosion n'arriverait à nos oreilles qu'au bout de 13 jours et 8 heures, c'est-à-dire à peu près à la nouvelle lune suivante.

Un train express de chemin de fer prendrait moins de 300 jours à atteindre la Lune, un boulet de canon y parviendrait en 9 jours environ, et la lumière nous vient de la Lune en $1\frac{1}{4}$ seconde.

Enfin, s'il était possible que la Lune tombât sur la Terre, la catastrophe se produirait au bout de 6 jours, 5 heures, 40 minutes et 13 secondes.

Constitution physique de la Lune.—La Lune, vue directement, présente des parties brillantes et d'autres plus sombres. Ces dernières, que les anciens avaient prises pour des mers et que l'on appelle encore de ce nom, ne sont que des plaines à surface très peu accidentée. Vues au télescope, les parties brillantes sont des aspérités ou des montagnes, non pas disposées en formes de chaînes, comme sur la Terre, mais plutôt isolées les unes des autres. A l'époque du premier ou du dernier quartier, la partie éclairée paraît criblée d'ouvertures circulaires qu'on

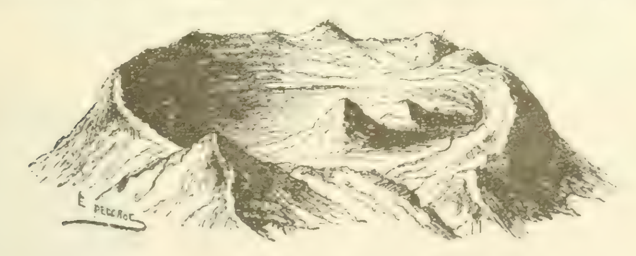


Fig. 229.—Cirque lunaire.

appelle des *cratères* ou des *volcans*, ou encore des *cirques* (Fig. 229), suivant leurs dimensions. Les montagnes isolées sont désignées sous le nom de *pics* ou *pitons*.

La profondeur de ces cratères est considérable, si on la compare au volume de la Lune elle-même ; il en est de même des montagnes qui, toutes proportions gardées, sont plus élevées que les montagnes de la Terre.

On a reconnu que la Lune n'a pas d'atmosphère, et que, par conséquent, il n'y pas d'eau, puisque, sans pression atmosphérique, l'eau se transformerait immédiatement en vapeur.

Eclipses de Soleil et de Lune.—Le Soleil et la Lune sont dits *s'éclipser* lorsqu'ils perdent plus ou moins de leur éclat. Ce phénomène des éclipses est dû au fait que, dans la série de leurs mouvements, la Lune peut passer devant le Soleil et le cacher complètement ou en partie, et la Terre peut intercepter la lumière que la Lune reçoit du Soleil.

On distingue deux espèces d'éclipses : les *éclipses de Lune* et les *éclipses de Soleil.*

Pour qu'une *éclipse de Lune* se produise, il faut que la Lune soit en opposition, c'est-à-dire qu'elle soit à la phase de la *pleine lune* ; à ce moment, la Terre est placée entre la Lune et le Soleil, et si, en même temps, ce qui n'arrive qu'assez rarement, les trois astres sont en ligne droite, les rayons de lumière que la Lune recevait du Soleil sont interceptés par la Terre, ou, pour dire autrement, la Lune se trouve plongée dans l'ombre de la Terre, comme en O (Fig. 230) ; il y aura *éclipse totale* de Lune, si cet astre entre tout entier dans l'ombre, et *éclipse partielle,* si la pénétration n'est qu'incomplète.

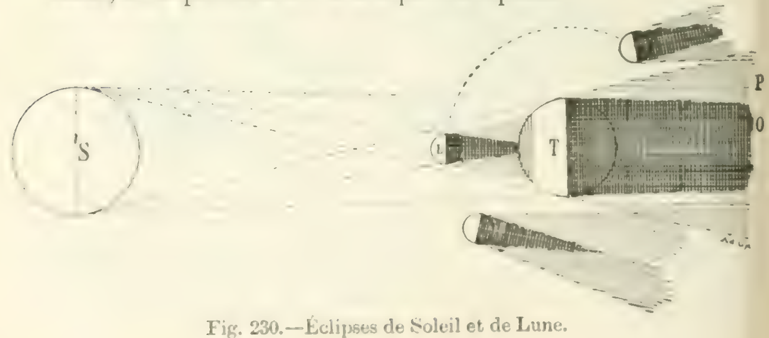


Fig. 230.—Éclipses de Soleil et de Lune.

Le disque lumineux de la Lune ne disparaît pas complètement pendant une éclipse totale, mais sa lumière est très affaiblie et conserve une teinte rougeâtre ; cela tient à ce que la Lune ne passe pas dans l'ombre pure de la Terre, mais dans un mélange d'ombre et de lumière.

Il y a *éclipse de Soleil* lorsque la Lune, à l'époque de la conjonction, alors qu'elle tourne vers nous son hémisphère non éclairé, vient à passer devant le Soleil, comme en L (Fig. 230). Si la Lune cache complètement le Soleil, ce dernier disparaît en entier et l'éclipse est *totale* ; quelquefois, la Lune ne couvre qu'une partie du disque radieux et celui-ci paraît échancré : l'éclipse de Soleil est alors *partielle*.

Il arrive enfin que la Lune, à cause de son plus grand éloignement de la Terre, ou à cause des distances relatives des trois astres, n'est pas assez grande pour cacher toute la surface du Soleil, et celui-ci déborbe tout autour sous forme d'un anneau lumineux : c'est ce qu'on appelle une éclipse *annulaire*.

On voit par ce qui précède que les éclipses de Lune ne sont possibles qu'à l'époque de la pleine lune et celles de Soleil qu'au moment de la nouvelle lune ; de plus, la Terre, la Lune et le Soleil doivent se trouver en ligne droite : c'est pour cette raison que les éclipses n'ont pas lieu à chaque lunaison, mais à des époques relativement rares prévues d'avance par les astronomes.

Les éclipses de Lune sont visibles à tous les endroits de la Terre pour lesquels la Lune est au-dessus de l'horizon, tandis que les éclipses de Soleil ne peuvent être aperçues qu'en des localités très restreintes de notre globe, là où l'ombre de la Lune atteint le sol. Comme l'extrémité de cette ombre fait sur la Terre une tache sombre d'une cinquantaine de lieues au plus de diamètre (Fig. 230), il n'y a que les observateurs placés dans cette ombre qui puissent être témoins de l'éclipse. En réalité, cette tache sombre, à cause des mouvements combinés de la Terre et de la Lune, se promène sur les continents et les mers, et produit le phénomène de l'éclipse, pendant quelques minutes seulement, pour ceux qui se trouvent sur son passage.

Les éclipses de Soleil sont plus fréquentes que les éclipses de Lune, mais, pour un même point de la Terre, on voit plus souvent les secondes que les premières, précisément à cause de cette particularité que les éclipses de Lune sont vues à la fois par tout un hémisphère, tandis que les autres n'embrassent que des parties très petites de la Terre et sont vues successivement.

Il y a, dans une année, au plus 7 éclipses et au moins 2. Dans ce dernier cas, elles sont toutes deux de Soleil.

Les éclipses totales de Soleil sont des phénomènes très remarquables. Lorsque la Lune cache complètement le disque brillant, il se produit une obscurité imposante, et on voit jaillir, tout autour des bords obscurs de la Lune, une splendide auréole analogue à celles dont les artistes nimbent la tête des saints : c'est ce qu'on appelle la *couronne*. Les physiciens et les astronomes profitent des moments très courts des éclipses totales pour étudier cette couronne qui n'est autre chose qu'une atmosphère immense entourant le Soleil.

L'obscurité des éclipses totales de Soleil produit souvant des effets curieux sur les animaux. Quelques-uns gagnent leurs retraites comme à l'approche de la nuit. Lors de l'éclipse totale du 30 juin 1905, on a remarqué, en Tunisie, que les moineaux sont venus se coucher dans les arbres et les chauves-souris sont sorties de leurs repaires pour voleter pendant quelques minutes.

Les marées. — Nous avons déjà dit que, d'après les lois de Newton, la Terre attire la Lune, de même que le Soleil attire la Terre. L'attraction entre deux astres comme la Terre et la Lune est toujours réciproque, et l'attraction de la Lune se fait sentir en particulier sur les eaux de l'océan. Le flot soulevé de l'océan envahit la plage et refoule l'eau des fleuves. On voit alors le niveau de l'eau monter et, après 6 heures, le flot atteint son maximun : c'est l'instant de la *haute mer*. Au flot succède le *jusant* ou le *reflux* ; le courant s'établit en sens contraire du précédent, le niveau baisse, la mer abandonne la plage et revient au point de départ : c'est la *basse mer* ou la *marée basse*.

On a remarqué que, d'un jour à l'autre, la haute mer est un retard de 50 minutes sur la précédente, c'est-à-dire que l'intervalle entre deux hautes mers qui se suivent est de 12 heures et 25 minutes. Ce retard de 50 minutes par 24 heures est précisément celui du jour lunaire sur le jour solaire, ce qui prouve que le phénomène des marées est intimement lié au mouvement de la Lune autour de la Terre.

Le retard de la haute mer s'accumule de jour en jour, et produit un retard total de 12 heures en 14¾ jours et de 24 heures ou un jour complet en 29 jours et demi, c'est-à-dire dans la période d'une lunaison.

Il en résulte que, de 15 en 15 jours, les marées du matin deviennent celles du soir et réciproquement, et que, de plus, l'heure de la haute mer revient la même au bout du mois lunaire.

La mer ne monte pas toujours à la même hauteur aux différentes époques d'un même mois. L'eau atteint son maximum de hauteur aux environs de la nouvelle et de la pleine lune : ces marées portent le nom de *grandes marées* ou marées des *syzygies*. A l'époque du premier et du dernier quartier, le niveau de l'eau reste plus bas qu'aux phases des syzygies : ce sont les *petites mers* ou *mortes mers*.

On remarque que, dans tous les ports de l'océan, il y a une différence de 36 heures, ou d'un jour et demi, entre l'instant de la plus haute mer et celui de la phase lunaire, et c'est la 3ème marée après la pleine ou la nouvelle lune qui est la plus forte.

Pourquoi cette différence entre les grandes et les mortes mers ? — Il est facile de se rendre compte de ce phénomène en considérant l'action du Soleil sur les eaux de la mer. Le Soleil, comme la Lune, en effet, attire les eaux de l'océan, avec cette particularité que son action est inférieure a celle de l'astre des nuits, à cause de son énorme distance de la Terre.

Aux époques de la nouvelle et de la pleine lune, les actions du Soleil et de la Lune s'ajoutent, parce que ces deux astres forment une ligne presque droite avec la

Terre, tandis qu'elles se contrarient lors du premier et du dernier quartier ; dans ce cas, la mer ne subit plus que la différence des attractions.

Le flot de la mer, en arrivant sur les côtes des continents, ne suit pas partout la même marche. Le peu de profondeur de certains rivages, et les contours accidentés des baies, golfes et détroits produisent un frottement qui retarde le mouvement de la vague.

La vague de la marée entre aussi dans les fleuves et se propage plus ou moins loin suivant la forme des côtes et la profondeur de l'eau. Le flot de l'océan, dans le fleuve Saint-Laurent, se fait sentir jusqu'aux Trois-Rivières, c'est-à-dire à plus de 200 lieues de l'embouchure, et il prend 2 jours et demi à se rendre à Québec ; il y a donc dans le fleuve, entre Québec et l'océan, 5 hautes et 4 basses mers ou vice-versa. La plus grande marée des syzygies n'a lieu à Québec que 3 jours après la phase lunaire.

La hauteur atteinte par l'eau de l'océan n'est pas partout la même sur les différentes plages et dans l'estuaire des fleuves. Dans certaines baies étroites et à large embouchure, comme la baie de Fundy, le flot de la mer, qui ne s'élève pas plus de trois pieds sur l'océan, produit une profondeur de 90 pieds au fond de la baie. La rapidité du flot envahissant de la mer est variable aussi avec la nature des rivages sur lesquels il se propage ; cette rapidité, sur certains bas-fonds, dépasse quelquefois un cheval à la course.

Ajoutons enfin que l'heure de la haute mer change aux différents ports de mer, à cause de la forme des côtes et de la profondeur de l'eau.

On appelle *établissement du port*, l'heure de la haute mer le jour de la nouvelle lune. L'établissement du port, à Québec, est de 6 heures 45 minutes.

CHAPITRE V

LES PLANÈTES

Caractères distinctifs des planètes.—A première vue, il est facile de confondre les planètes avec les étoiles fixes; elles paraissent occuper une place déterminée dans le ciel et participent, comme les étoiles, au mouvement diurne apparent de la sphère céleste autour de la Terre.

Si on les observe pendant plusieurs nuits, on ne tarde pas à constater qu'elles se déplacent au milieu des étoiles et que leur mouvement est en apparence très irrégulier.

En réalité, les planètes gravitent autour du Soleil dans des orbites elliptiques aussi régulières que celle de la Terre. Si leur mouvement paraît s'effectuer tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, cela tient à ce que, d'une part, la Terre, d'où on les voit, n'est pas au centre de leur mouvement, et, d'autre part, n'est pas fixe, mais se meut, elle aussi, autour du Soleil.

Le caractère de la lumière des planètes peut servir aussi à les faire distinguer des étoiles. Les étoiles *scintillent*, c'est-à-dire que leur lumière est animée d'un tremblement ou vacillation remarquable, tandis que celle des planètes est plus calme et plus tranquille.

Les télescopes les plus puissants ne produisent aucun grossissement sur les étoiles. Il n'en est pas de même des principales planètes; on les voit, dans les bonnes lunettes, sous forme de disques ronds réfléchissant, comme la Lune, les rayons du Soleil; on peut aussi apercevoir leurs principaux satellites.

Les principales planètes sont, dans l'ordre des distances croissantes du Soleil :

Mercure, *Vénus*, *la Terre*, *Mars*, *Jupiter*, *Saturne*, *Uranus* et *Neptune*.

Mercure et Vénus, plus rapprochées du Soleil que la Terre, s'appellent *planètes inférieures*, les autres, plus éloignées, se nomment *planètes supérieures*.

Il faut ajouter à ces huit planètes principales une agglomération de plus de 600 petites planètes, appelées *planètes télescopiques*, qui décrivent leurs orbites entre Mars et Jupiter.

LES HUIT PLANÈTES PRINCIPALES.—*Mercure*.—Mercure est rarement visible parce qu'il est presque toujours noyé dans la lumière du Soleil. Au télécospe, il présente des phases qu'on explique comme celles de la Lune.

Mercure est plus petit que la Terre ; les volumes des deux astres sont dans le rapport de 1 à 0,05. Sa distance au Soleil est environ le tiers de celle de la Terre au même astre.

Mercure tourne sur lui-même en 24 heures 5 minutes, et le temps de sa révolution autour du Soleil équivaut à 88 de nos jours. On croit que Mercure est entouré d'une atmosphère épaisse, et qu'il est couvert de hautes montagnes.

Vénus.—Elle se montre à nous plus brillante que les plus belles étoiles, et son éclat surpasse celui des autres planètes ; on peut même la voir en plein jour.

On l'appelle quelquefois *l'étoile du berger*, *l'étoile du soir* ; on l'aperçoit alors à l'ouest, le soir, après le coucher du Soleil. On la désigne aussi sous le n m d'*étoile du matin*, et elle est visible à l'est, avant le lever du Soleil.

Sa rotation s'effectue en 23 heures 21 minutes et sa révolution en 224 jours.

Vénus est, à peu de choses près, aussi grosse que la Terre. Elle possède une atmosphère analogue à la notre et ses montagnes sont très élevées.

La Terre.—La Terre est la troisième planète qui tourne autour du Soleil ; elle a un satellite, la Lune. Nous avons déjà assez insisté sur les particularités de ces deux astres pour que nous n'ayions pas besoin d'y revenir.

Mars.—C'est la première planète supérieure ; on la distingue facilement parmi les étoiles à cause de sa couleur rougeâtre.

Mars est environ 7 fois plus petit que la Terre, c'est-à-dire que son volume n'est que les 0,15 de celui de notre globe.

Il tourne sur lui-même en 24 heures 37 minutes et la durée de son année équivaut à 687 jours terrestres, c'est-à-dire 1 an, 10 mois et 21 jours.

Les saisons sur Mars sont à peu près semblables aux nôtres et l'on croit que ses pôles sont couverts de glaces.

Mars a deux satellites, *Phobos* et *Deimos*.

Jupiter.—C'est la plus volumineuse des planètes; il est environ 1300 fois plus gros que la Terre.

Malgré sa distance au Soleil, qui vaut environ 5 fois celle de la Terre au même astre, Jupiter brille au firmament comme une étoile de première grandeur et son éclat est comparable à celui de Vénus.

Jupiter tourne très rapidement sur lui-même. Son jour n'est que de 10 heures terrestres; l'année sur cette planète vaut presque 12 des nôtres.

L'aplatissement de Jupiter est considérable, ce qui s'explique par la rapidité énorme de sa rotation.

Il possède 7 satellites. Le plus gros de tous, *Ganymède*, dépasse des deux tiers le volume de la planète Mercure.

Saturne.—Saturne, environ 700 fois plus gros que la Terre, est la plus extraordinaire des planètes, à cause d'un double anneau lumineux (Fig. 231) qui l'entoure de toute part, et dont la largeur totale est de 12,000 lieues. Cet



Fig. 231.—Saturne.

anneau est opaque comme la planète et reçoit sa lumière du Soleil, parce que l'on voit se projeter l'ombre de la planète sur l'anneau et l'ombre de l'anneau sur la planète.

Saturne se montre comme une belle étoile à lumière pâle. La durée de sa rotation est de 10½ heures, et celle de sa révolution autour du Soleil est évaluée à 30 ans 5 mois. Sa distance au Soleil est plus de neuf fois et demie celle de la Terre.

Saturne a 10 satellites. Le volume du plus gros, *Titan*, est 3 fois aussi grand que celui de la Lune. Ils tournent presque tous autour de la planète avec une vitesse considérable.

Uranus.—Uranus, difficilement visible à l'œil nu, a été découvert par Herschell en 1781. 70 fois plus gros que la Terre, il prend 84 ans à faire le tour du ciel, et il est 19 fois plus éloigné du Soleil que la Terre.

La durée de sa rotation sur lui-même est peu connue ; il a quatre satellites constatés.

Neptune.—Neptune, la dernière des planètes, est invisible à l'œil nu. Il a été découvert ou plutôt deviné par le fameux astronome français Le Verrier, en 1846. Ce dernier, en s'appuyant sur les lois de la gravitation pour expliquer certains mouvements irréguliers d'Uranus, assigna la place d'une planète qui serait la cause de ces perturbations, et calcula ses éléments. Un astronome de Berlin, M. Galle, examina le point du ciel indiqué par Le Verrier et découvrit la planète prédite par le calcul ; on l'appela *Neptune*.

La distance de Neptune au Soleil surpasse de 30 fois celle de la Terre, ce qui équivaut à 1100 millions de lieues.

Neptune est environ 54 fois plus gros que la Terre ; il prend 164 ans à faire le tour du ciel et il a un satellite qui effectue sa révolution autour de la planète en 5 jours 21 heures.

CHAPITRE VI

LES COMÈTES, LES ÉTOILES FILANTES, LES ÉTOILES FIXES, LES NÉBULEUSES, ETC.

Les comètes.—Les comètes sont des corps célestes qui décrivent des orbites très allongées autour du Soleil ; elles font partie, par conséquent, du système solaire. Elles doivent leur nom à une sorte de *chevelure* lumineuse qui les accompagne.

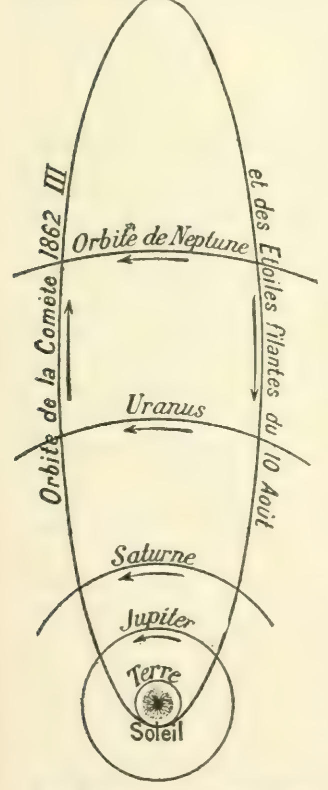


Fig. 232.—Orbite d'une comète.

Une comète se compose de trois parties : le *noyau*, la *chevelure* et la *queue*. Le *noyau* est la partie centrale et la plus brillante de l'astre, la *chevelure* est l'auréole lumineuse qui entoure le noyau, et la *queue* est une longue trainée brillante qui suit l'astre chevelu. On appelle *tête* de la comète le noyau avec sa chevelure.

Il y a des comètes qui n'ont ni noyau ni chevelure et qui ressemblent à de petits nuages vaporeux ; d'autres n'ont pas de queues, et quelques-unes, au contraire, en ont plusieurs.

Il y a plusieurs caractères distinctifs qui font reconnaître les comètes des autres astres.

Le premier de ces caractères est la forme des orbites. Quelques-unes décrivent autour du Soleil des ellipses très allongées (Fig. 232), d'autres des courbes non fermées qu'on appelle des

paraboles et des hyperboles. Celles qui se meuvent suivant ces dernières courbes, une fois qu'elles ont passé près du Soleil, s'en écartent ensuite pour ne jamais revenir, tandis que celles qui décrivent des ellipses reviennent sur leur orbite et peuvent être observées de nouveau.

Un autre caractère distinctif des comètes est le sens de leur mouvement qui est tantôt le même que celui des planètes et tantôt de sens contraire.

La matière des comètes est moins dense que le plus léger brouillard, puisqu'elles passent devant les étoiles sans affaiblir leur lumière.

On a observé plus de 800 comètes depuis l'antiquité ; il est probable qu'il y en a des millions.

Les principales comètes dont le retour a été constaté sont celles de Halley, d'Encke, de Biéla et de Faye.

ÉTOILES FILANTES. — On appelle *étoiles filantes* des points brillants qui se meuvent rapidement dans le ciel et laissent après eux une sorte de trainée lumineuse, analogue à une fusée, et qui disparaît très vite.

Les étoiles filantes sont surtout nombreuses dans les nuits du 10 août et du 13 novembre. Le ciel en est parsemé et on leur a donné, pour cette raison, le nom de *pluie d'étoiles*. Les étoiles filantes du 10 août, connues dans la science sous le nom de *courant de Saint-Laurent*, sont encore appelées *Perséïdes*, parce qu'elles semblent émaner d'un point situé dans la constellation de Persée.

La pluie d'étoiles du mois de novembre, dont l'origine est dans la constellation du Lion, porte le nom de Léonides.

On admet que les étoiles filantes ne sont rien autre chose que de petits corps solides, analogues aux planètes, qui gravitent autour du Soleil en formant des anneaux elliptiques. Ces corpuscules, échauffés par le frottement énergique de l'air, lorsqu'ils traversent l'atmosphère terrestre, s'enflamment, deviennent incandescents, et produisent ces météores qu'on appelle les étoiles filantes.

L'astronome italien, M. Schiaparelli, croit trouver des points de ressemblance entre les essaims périodiques

d'étoiles filantes et les comètes; d'après ce savant, ces étoiles ne seraient que des comètes se mouvant par groupes dans l'espace.

L'essaim des Perséides suit l'orbite de la troisième comète de 1862 (Fig. 232) dont le retour est annoncé pour l'année 1983, et celui des Léonides se rattache à l'ancienne comète de Tempel.

AÉROLITHES.—Les *aérolithes* sont des pierres tombées du ciel, des substances minérales contenant généralement du fer. On appelle aussi *bolides* des globes enflammés qui apparaissent subitement dans le ciel et éclatent quelquefois avec bruit, et dont les débris qui tombent sur la Terre constituent les *aérolithes*.

L'origine de ces corpuscules est encore assez obscure. Ce sont peut-être, comme les étoiles filantes, des petits astres errants que le frottement de l'atmosphère terrestre a portés à l'incandescence.

LES ÉTOILES FIXES.—L'univers, tel que sorti des mains du Créateur, ne se borne pas au système solaire que nous venons d'étudier. Il y a dans les profondeurs du ciel un nombre considérable de points brillants, très éloignés du Soleil, et appelés, à cause de l'invariabilité de leurs positions, les *étoiles fixes*. Ce sont les étoiles qui brillent au firmament dans les belles nuits sereines.

Ces étoiles ont une lumière propre, et il est tout probable qu'elles sont autant de soleils analogues au nôtre. S'il nous était possible de nous transporter dans l'une quelconque de ces étoiles que nous voyons le soir, le Soleil, avec son immense cortège de planètes, nous apparaîtrait comme un simple point brillant sans dimensions.

La distance des étoiles à la Terre est énorme, incomparablement plus grande de celle du Soleil à la Terre. Les mesures effectuées par les astronomes nous apprennent que les étoiles sont à une distance supérieure à 200,000 fois celle du Soleil à la Terre, et la grande majorité des étoiles sont, dans la profondeur du ciel, à des distances beaucoup plus grandes encore.

La lumière, qui parcourt environ 62,000 lieues par seconde, prend 4 ans à nous venir de l'étoile la plus

rapprochée ; elle prend 21 ans à franchir la distance qui nous sépare de l'étoile Véga, 8 ans à venir de Sirius et 46 ans de la Polaire. Pour d'autres étoiles encore plus éloignées, la durée du trajet de la lumière se mesure par siècles, et il est possible que l'on voie encore des astres éteints depuis des milliers d'années.

Il est probable aussi que les étoiles sont aussi éloignées les unes des autres qu'elles le sont du Soleil.

Il y a des étoiles qui nous apparaissent comme de simples points lumineux à l'œil nu et qui, vues au télescope, se composent de deux, trois, quatre et même sept étoiles distinctes. On a pu prouver que, dans le cas de deux étoiles, l'un des astres tourne quelquefois autour de l'autre.

Quand au nombre des étoiles, il est impossible de l'évaluer même approximativement. Tout ce qu'on sait, c'est qu'il est immense. L'astronome Herschell estimait à 20 millions le nombre des étoiles visibles dans son grand télescope ; le nombre réel est sans doute beaucoup plus considérable.

Les constellations.—Pour étudier plus facilement la position des étoiles sur le firmament, on construit des cartes célestes qui représentent le ciel étoilé comme les cartes géographiques représentent la surface de la Terre, et l'on donne aux étoiles les plus brillantes des dimensions plus grandes qu'aux autres, en les classant, suivant leur éclat, par ordre de *grandeur*. On a, de cette manière, des étoiles de 1ère, de 2ème, de 3ème grandeur, etc. ; les étoiles que l'on peut apercevoir à l'œil nu sont comprises dans les 6 premiers ordres de grandeur ; les autres, depuis la 6ème jusqu'à la 17ème et 18ème grandeur, ne sont visibles que dans les télescopes.

On appelle *constellations* des groupes d'étoiles établis par les astronomes pour en rendre l'étude et la recherche plus faciles. Les anciens avaient imaginé des figures de héros et d'animaux dessinées sur chacun de ces groupes, et les noms des constellations sont tirés de la mythologie ou de l'histoire.

Voici quelques-unes des constellations que l'on peut voir sur l'horizon de Québec :

La *Grande Ourse* ou le *Chariot* (Fig 233); la *Petite*

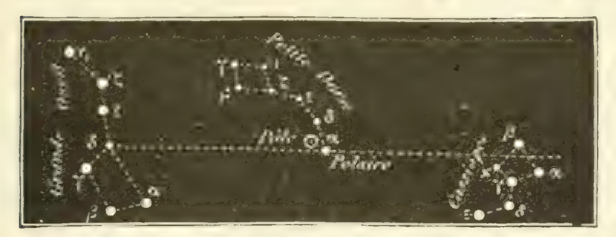


Fig. 233.—Grande Ourse et Petite Ourse.

Ourse, dont l'une des étoiles, appelée étoile *polaire*, donne la direction du nord (Fig. 233); le *Cocher*, dont une étoile, la *Chèvre*, est de première grandeur; *Orion* (Fig. 234), la plus belle constellation du ciel, qui contient deux étoiles de première grandeur, *Bételgeuse* et *Rigel*, et trois autres, placées au centre de la figure, appelées les *Trois Rois*; le *Taureau*, dont la principale étoile, *Aldébaran* (Fig. 234), est de première grandeur; le *Grand Chien*, qui contient *Sirius* (Fig. 234), la plus belle étoile du ciel; le *Bouvier*, qui contient la belle étoile *Arcturus*; le *Lion*, remarquable par l'étoile de première grandeur *Régulus*, etc.

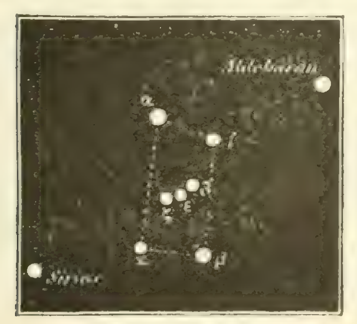


Fig. 234.—Orion.

NEBULEUSES.—Si l'on examine la voûte céleste avec un fort télescope, on aperçoit, dans la profondeur du ciel, des petits nuages blancs, des taches lumineuses de formes très variées: ce sont les *nébuleuses*.

On a reconnu, avec des instruments fortement grossissants, qu'un grand nombre de ces nébuleuses ne sont que des amas d'étoiles que la simple vue ne pouvait pas séparer. On donne à ces nébuleuses particulières le nom de *nébuleuses résolubles*.

D'autres, au contraire, résistent à toute décomposition; l'apparence de nuages lumineux persiste malgré toute la puissance des lunettes: on les appelle *nébuleuses non résolubles*, et elles sont peut-être constituées par une matière subtile, espèce de brouillard cosmique qui peut donner naissance, en se condensant, à de nouvelles étoiles.

Le nombre des nébuleuses est très grand, et il faut les compter par milliers.

VOIE LACTÉE.—Tout le monde connait cette bande blanchâtre irrégulière qui apparaît au firmament dans les belles nuits sans Lune et qui divise la sphère céleste en deux parties presque égales. Ce nuage lumineux est une nébuleuse et on l'appelle la *Voie lactée* ou chemin Saint-Jacques. La Voie lactée est une nébuleuse résoluble dans quelques-unes de ses parties, et Herschell estime qu'elle contient au moins 18 millions d'étoiles. D'après le même astronome, le Soleil, avec tout son cortège de planètes, ne serait qu'une étoile de la Voie lactée, et les autres nébuleuses des voies lactées analogues à la nôtre.

On admet que les distances qui séparent les nébuleuses les unes des autres sont incomparablement plus grandes que celles des étoiles visibles au Soleil, et l'on sait que les dimensions du système planétaire sont pour ainsi dire nulles, si on les compare à la distance des étoiles à l'astre radieux.

Le nombre incalculable des étoiles, les distances qui les séparent, ainsi que celles que l'on admet entre les nébuleuses, en un mot, les dimensions de l'univers dépassent tout ce que l'imagination peut concevoir. L'esprit reste confondu en présence de tant de merveilles et de la multiplicité des mondes qui peuplent l'espace. Aucune science, plus que la cosmographie, ne donne une idée aussi frappante, une conception aussi saisissante de l'infinie grandeur de Dieu.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

SUR

QUELQUES INDUSTRIES

I.—Fabrication du papier

Le papier est un produit industriel fait avec plusieurs substances végétales broyées, réduites en pâte et étendues sous forme de feuilles minces. Le papier sert à une foule d'usages que tout le monde connaît, c'est-à-dire à écrire, à emballer, etc. Les matières qui entrent ordinairement dans la fabrication du papier sont les chiffons, le vieux papier, la paille, le bois, etc.

Le papier se fabriquait autrefois à la main ; de nos jours, on n'emploie plus guère que la fabrication mécanique. Cette industrie comprend de nombreuses opérations dont nous indiquerons brièvement les principales.

Pour faire du papier avec des chiffons, il faut deux opérations qui se font encore à la main, le *triage* et le *délissage.*

Elles consistent à trier les chiffons et à les classer suivant leurs qualités, puis à enlever les ourlets et les boutons, enfin à les découper par bandelettes. On procède ensuite au *lavage* et au *blanchissage* par la soude ou la chaux éteinte, puis on réduit le tout en pâte ou en charpie que l'on colle ordinairement avec de la résine. C'est alors que la pâte ainsi préparée est conduite à la *machine à papier* proprement dite.

Sans entrer dans tous les détails, assez compliqués du reste, des opérations successives que requiert la réduction en feuilles, disons seulement que la pâte, étendue sur une toile métallique, s'égalise, s'égoutte, et passe ensuite

entre des rouleaux garnis de feutre qui la réduisent en feuilles et lui donnent de la consistance. De nouveaux rouleaux, chauffés à l'intérieur par un courant de vapeur, durcissent le papier et le sèchent. Il ne reste plus qu'à le presser entre des cylindres tournants qui lui donnent ce qu'on appelle le *satinage*. Le papier, ainsi fabriqué, s'enroule enfin sur des dévidoirs.

On fait aussi du papier avec la paille des graminées. On blanchit cette dernière, après plusieurs lavages, avec du chlorure de chaux, on la transforme en pâte, et on lui fait subir des préparations analogues à celles dont nous venons de parler pour le papier de chiffons. Le papier à base de paille sert pour l'emballage, et, aujourd'hui, en mélangeant la paille avec d'autres fibres, pour les journaux.

On fabrique aussi du papier avec du bois, et l'on sait que l'industrie de la pulpe est très florissante dans la Province de Québec.

Les bûches de bois, préalablement dépouillées de leur écorce, sont réduites en pâte ou *pulpe* dans un appareil particulier appelé *défibreur*. On blanchit la pulpe au bisulfite de chaux, on lave et on la tamise dans un *épurateur* pour n'avoir que de la pâte fine. Enfin, on la sèche en la faisant passer dans un *presse-pâte* qui exprime l'eau en excès.

La pulpe, ainsi préparée et mélangée avec de la cellulose, est prête à être introduite dans la machine à papier.

Une des principales pulperies de la Province de Québec est celle de Chicoutimi. La pulpe pressée en ballots est expédiée en Europe où on la convertit en papier. Aux usines de Grand'Mère, on fabrique la pulpe et le papier sur place.

Les différentes espèces de papier que l'on fabrique sont très nombreuses. On distingue, parmi les principales : le *papier vélin*, très uni et satiné, propre à recevoir l'impression des gravures et servant aux ouvrages de luxe ; le *papier du Japon*, fabriqué avec des écorces d'arbrisseaux, soyeux et nacré ; le *papier brouillard* ou

papier buvard, destiné à absorber l'encre; le *papier parchemin*, rendu très consistant par l'action de l'acide sulfurique.

Le *papier mâché* ou *carton-pâte* est un mélange de pâte à papier, d'argile, de craie et de colle. On en fait toute sorte d'ornements et de bibelots, tels que moulures, poupées, boutons, etc.

Le *carton* n'est que de la pâte à papier reduite en feuilles épaisses et pressées ensuite fortement les unes contre les autres.

II.—L'imprimerie

On donne le nom d'*imprimerie* à cet art d'obtenir, au moyen de caractères mobiles, de nombreux exemplaires des mêmes écrits.

L'invention de l'imprimerie est attribuée à Jean Gutenberg, de Mayence, après de longues recherches commencées en 1436.

Les deux parties essentielles de l'imprimerie sont les *caractères* et la *presse*.

Les caractères sont de petits barreaux de métal fondu, portant, à l'une des extrémités, une lettre ou un signe typographique gravés en relief.

L'ouvrier, qui doit composer, choisit les caractères appropriés dans un casier, les dispose en ordre sur une réglette qui a la largeur de la ligne à composer, place les différentes règles dans une *forme*, et enduit les lettres en relief avec une encre grasse spéciale, appelée *encre d'imprimerie*.

On étend une feuille de papier sur les caractères et un coup de presse imprime les lettres sur le papier.

La première épreuve que l'on tire contient toujours quelques erreurs de composition. Un correcteur d'épreuves indique, par des signes particuliers, les corrections à faire, par exemple, les lettres omises ou ajoutées à tort, le caractères renversés, etc. L'ouvrier compositeur corrige les erreurs indiquées, et l'on tire une deuxième épreuve, une troisième, suivant le cas, jusqu'à ce qu'on délivre le *bon à tirer*.

Il arrive quelquefois que, pour conserver les impressions après la distribution des caractères, on se serve de ce qu'on appelle les *clichés.* Cette opération consiste à prendre, avec une substance molle, des empreintes dans lesquelles on coule du plomb; de cette manière, on obtient, sur une même plaque métallique, toute la composition des caractères.

On emploie, de nos jours, pour l'impression des journaux, des machines appelées *linotypes* où chaque ligne est composée sur une lame métallique contenant toutes les lettres. La composition se fait très rapidement au moyen d'un clavier analogue à celui des machines à écrire.

La *presse*, qui sert à déposer sur le papier les signes typographiques que le compositeur avait agencés, a varié beaucoup de forme depuis Gutenberg jusqu'à nos jours.

Primitivement, le coup de presse était produit par l'action d'une vis; ce système, employé par Gutenberg, était loin d'être rapide. De nombreux perfectionnements eurent lieu dans la suite; on remplaça la vis par une pédale, on réussit plus tard à imprimer sur les deux côtés d'une feuille à la fois, puis survinrent les *presses rotatives* destinées aux grands journaux quotitiens.

III.--La gravure et la lithographie

La gravure se fait sur métal ou sur bois, et elle consiste à tracer un dessin dont on pourra ensuite tirer un grand nombre de copies sur papier.

Gravure à l'eau forte.—On emploie, pour ce genre de gravure, une plaque de cuivre bien planée, bien dressée, sur laquelle on dépose une couche d'un vernis particulier. L'artiste, au moyen d'une pointe d'acier trempé, exécute son œuvre en enlevant le vernis là où le dessin doit se trouver. Il entoure ensuite la plaque d'un rebord de cire et verse dessus de l'acide nitrique (eau forte); ce liquide corrosif attaque le cuivre aux endroits découverts par la pointe, mais respecte le métal protégé par le vernis. Après une première morsure, on enlève l'acide et on lave

à l'eau. Si l'artiste désire corriger quelque chose dans le dessin, il couvre de vernis les parties qui n'ont plus besoin de correction, et complète le dessin avec la pointe aux endroits qui exigent des changements ; une deuxième application d'acide produit une nouvelle morsure qui perfectionne l'œuvre. On enlève ensuite le vernis par un lavage particulier.

L'encre grasse que l'on étend sur la plaque ne s'attache pas au parties polies du métal, mais se fixe dans les sillons de la gravure. Un coup de presse reproduira le dessin sur une feuille de papier.

Gravure au burin ou *taille-douce.*—Ce procédé exige des artistes très habiles. Il ne demande aucun vernis, mais le dessin s'exécute directement sur le métal nu en l'attaquant avec un burin. Les gravures obtenues par ce procédé peuvent constituer des œuvres d'art et sont très dispendieuses.

La gravure sur acier se fait de la même manière que la gravure sur cuivre.

Gravure en relief sur bois.—Dans ce genre de gravure, on attaque au burin les parties qui correspondent aux blancs de l'image, tandis que les traits du dessin restent en relief. Les bois employés sont principalement le buis, le cerisier et le poirier ; le buis est le meilleur.

On emploie beaucoup de nos jours la *photogravure*, moins coûteuse que la taille-douce, et qui consiste à photographier le dessin à reproduire sur une plaque métallique recouverte d'une couche sensible photographique. Les résultats obtenus par ce procédé économique n'ont pas la valeur artistique de la gravure sur cuivre ou sur acier.

La *lithographie* est l'art d'imprimer sur papier des dessins tracés au crayon ou à la plume sur une pierre spéciale.

Le dessin au crayon constitue la partie artistique de la lithographie : c'est la plus difficile et la principale. On dessine sur une pierre calcaire bien grenée avec un crayon fait avec du noir de fumée mélangé de matière grasse,

ou au moyen d'une plume enduite d'une encre grasse particulière. On verse ensuite sur la pierre de l'acide nitrique, qui l'attaque là où il n'y a pas d'encre et qui laisse par conséquent le dessin en relief. Il ne reste plus qu'à laver la pierre, la mouiller au moment de l'impression et de l'enduire d'encre d'imprimerie. L'encre n'adhère qu'aux reliefs du dessin et celui-ci, au moyen d'un coup de presse, sera reproduit sur une feuille de papier.

IV. — Les conserves alimentaires

Les *conserves alimentaires* sont le résutat de préparations industrielles que l'on fait subir aux viandes, au lait, au œufs, aux légumes, aux fruits, etc., pour les préserver de la corruption et les conserver pendant un intervalle de temps plus ou moins long.

Il y a plusieurs procédés pour préparer les conserves de viandes; on emploie la *dessiccation*, le *fumage*, le *salage*, la *congélation*, l'*élimination de l'air*.

Dans le procédé par *élimination de l'air*, on place les viandes dans des boites en fer-blanc, et on les soumet à l'action de l'eau bouillante d'un bain-marie. Une petite ouverture laissée dans la boite permet à l'air de s'échapper, et l'on soude ensuite définitivement.

On emploie aussi quelques antiseptiques, tel que le sel, le borax, l'acide sulfureux, etc.

Le poisson se conserve surtout par *salage*.

Le lait concentré, additionné d'un peu de sucre, est évaporé au bain-marie et refroidi ensuite énergiquement dans des boites que l'on ferme hermétiquement.

On conserve les fruits en les desséchant et en les cuisant avec du sucre

V. — Les chandelles et les bougies

Le mode d'éclairage par les chandelles est très ancien, et il était très répandu dans notre pays, avant l'invention des lampes à pétrole.

La lumière des chandelles est produite par la combustion du suif de bœuf et de mouton.

Un premier mode de fabrication des chandelles, assez rudimentaire, consiste à arroser, avec du suif fondu, des mèches de coton suspendues à un cerceau. Le suif, en se refroidissant, se fige sur les mèches et produit des couches qui se superposent jusqu'à ce que la chandelle atteigne la grosseur voulue.

Aujourd'hui, plus généralement, les chandelles se coulent au moule. On se sert pour cela de moules d'étain dans l'axe desquels on a préalablement disposé une mèche. Cette opération du moulage des chandelles se fait toujours à l'aide de machines particulières.

Les chandelles de suif qu'on emploie encore de nos jours, ne diffèrent des anciennes que par la qualité des mèches employées ; on a remplacé, dans les nouvelles, la filasse, le chanvre ou l'étoupe par le coton.

Les chandelles de suif répandent une odeur désagréable et demandent à être fréquemment *mouchées*. Les bougies à l'*acide stéarique*, à la *paraffine* et au *blanc de baleine*, comparées aux chandelles de suif, constituent un réel progrès.

L'*acide stéarique*, employé couramment dans la fabrication des bougies, est extrait du suif. On fond l'acide stéarique dans des chaudières chauffées à la vapeur, puis on le verse dans des moules formés d'un alliage d'étain et de plomb ; une mèche de coton, tressée et imprégnée d'acide borique, est disposée dans l'axe de chacun des moules.

Après refroidissement, les bougies sont retirées des moules, on les coupe à la même longueur et une machine particulière les rogne, les polit et les marque.

L'acide borique qui imprègne les mèches rend ces dernières plus combustibles, les recourbe en dehors de la flamme, et forme, avec les cendres, une petite perle vitreuse qui tombe et disparait, ce qui dispense de moucher la bougie.

L'emploi de la *paraffine* demande certaines précautions, à cause de la propriété de cette substance de se

contracter lorsqu'elle se refroidit lentement. On place les moules, d'abord assez fortement chauffés, dans de l'eau froide, pour obtenir un refroidissement rapide.

Enfin, le *blanc de baleine*, substance que l'on extrait de la tête des baleines, est employé dans la fabrication des bougies, mais il a l'inconvénient d'être très dispendieux.

Les *cierges*, destinés surtout aux cérémonies religieuses, sont des bougies dont la substance grasse combustible est la *cire d'abeilles*. Leur mode de fabrication est analogue à celui des autres espèces de bougies.

VI.—Diverses espèces de lampes

Les *lampes* sont des appareils qui utilisent le pouvoir éclairant dû à la combustion des différentes espèces d'huiles et d'essences.

Les types de lampes sont très nombreux, depuis les lampes d'argile ou de métal précieux des Romains jusqu'aux modèles qu'on emploie couramment de nos jours.

Parmi les principales espèces, notons la *lampe Carcel*, dans laquelle un ressort, faisant mouvoir des rouages, projette l'huile sur la mèche ; la *lampe à modérateur*, analogue à la précédente et munie d'un ressort à boudin qui met l'huile en mouvement ; la *lampe hydrostatique*, qui contient deux liquides de différents poids, l'huile et l'eau ; la *lampe pneumatique* qui utilise la pression de l'air pour faire monter l'huile à la mèche, etc.

La *lampe à pétrole* est la plus employée dans notre pays. Elle se compose d'un réservoir rempli de pétrole et dans lequel plonge une mèche, soit circulaire, soit plate, suivant les modèles.

La mèche passe dans le *porte-mèche* et peut se manœuvrer au moyen d'un bouton. Il est essentiel que l'air pénètre abondamment sur la flamme, afin d'activer la combustion ; c'est pour cela que la chambre du porte-mèche est percée de trous par où l'air peut circuler librement. La flamme du pétrole est aussi entourée d'une cheminée en verre qui effectue un véritable tirage et

régularise le courant d'air nécessaire à la flamme. Si ce courant ne fournit pas la quantité d'air suffisante, la flamme fume, parce qu'alors la combustion devient incomplète et de nombreuses particules de charbon, échappées à la combustion, se dégagent sous forme d'une épaisse fumée qui répand une odeur désagréable.

Le grand développement de l'électricité a fait naître, surtout dans les villes, un nouveau mode d'éclairage, l'*éclairage électrique*, qui tend à rejeter dans l'oubli les lampes à pétrole. Nous avons déjà parlé des lampes électriques à arc et à incandescence dans notre *physique* ; nous y renvoyons le lecteur.

VII. —Filature du lin, du coton et de la soie

1° Filature du lin

Le lin est une plante textile dont la tige contient des fibres servant à confectionner la toile.

Le lin doit subir plusieurs opérations pour qu'on puisse en extraire définitivement les fils propres à être tissés. Les premières, exécutées sur le lieu même où le lin est récolté, ont pour but d'obtenir la *filasse* ; les autres constituent la *filature* proprement dite et sont faites dans des établissements particuliers.

Les opérations préliminaires comprennent le *rouissage*, le *broyage* et le *teillage*.

On fait *rouir* le lin, préalablement arraché du sol, séché à l'air et égrené, en l'immergeant, pendant une quinzaine de jours, dans une eau courante, ou simplement en l'étendant sur le pré pendant un mois. La substance gommeuse qui soudait les fibres textiles du liber à la partie ligneuse de la tige est alors dissoute par l'action de l'eau.

Le *broyage*, qui vient ensuite, a pour but de séparer la partie textile du reste de la tige, et consiste à écraser les tiges avec un appareil particulier, et à transformer l'écorce en rubans.

Les fibres textiles qui composent les rubans doivent être ensuite séparées les unes des autres pour former la *filasse*. On y parvient, soit à la main, soit à la machine, en frappant le lin avec une palette particulière qu'on nomme *écangue* : c'est l'opération du *teillage*.

La *filature* du lin comprend quatre opérations : le *peignage*, l'*étalage*, l'*étirage* et le *filage*.

Les fibres du lin, au sortir de l'opération du teillage, sont agglutinées les unes aux autres sous forme de bandelettes ; on sépare ces fibres, au moyen de sortes de cardes, par le *peignage*.

Pour transformer les fibres du lin en fils continus, on a recours à l'*étalage* sur des toiles et à l'*étirage*, ce qui réduit la filasse, en rubans uniformes, et ensuite en rubans *étirés* que l'on lamine.

Il ne reste plus qu'à *filer* les rubans, en les enroulant d'abord uniformément sur une bobine, puis en les transportant sur les métiers à filer. Les fils se dévident sur des bobines pour s'enrouler en se tordant sur d'autres, jusqu'à ce qu'on ait obtenu le fil propre au tissage des toiles.

2° Filature du coton

Le coton est une matière fine et soyeuse formée de filaments blancs ou jaunes qui se développent à la surface des graines des cotonniers.

Le coton arrive aux filatures sous forme de balles fortement comprimées. Pour transformer le coton brut en coton filé, il faut lui faire subir les principales opérations suivantes :

On divise d'abord les fibres fortement pressées et on les débarasse des impuretés qu'elles contiennent toujours. Cette opération se fait par le *battage* et l'*ouvrage* du coton brut au moyen de machines appelées *ouvreuses*.

Les fibres sont ensuite nettoyées de nouveau et transformées en nappe continue à l'aide de *cardes*.

Après le *cardage* vient l'*étirage*, dont le but est de rendre les fibres parallèles les unes aux autres et de transformer la nappe épaisse en ruban plus délié.

Les rubans passent ensuite dans les *peigneuses* qui les régularisent, expulsent définitivement les dernières impuretés et enlèvent les fibres trop courtes et les nœuds.

Le ruban de coton, après avoir passé de nouveau dans les *étireures*, est tordu et aminci en même temps par des mécanismes appelés *bancs à broches*.

Les fibres, devenues assez résistantes, sont rendues plus solides et retordues de nouveau en passant aux *métiers à filer* ; c'est ce qui constitue le *filage* proprement dit. On fait subir ensuite au fils, deux à deux, un dernier retors, ce qui les rend enfin propres au *tissage*.

3° Filature de la soie

Les filaments qui constituent la soie sont sécrétés par la chenille d'un insecte, le *bombyx du mûrier* ; c'est cette chenille ou larve qu'on appelle le *ver à soie*. Ce ver, en se transformant en chrysalide, puis en papillon, se couvre d'une enveloppe soyeuse qu'on appelle le *cocon* et d'où l'on extrait les fils qui servent au tissage des étoffes de soie. La soie, telle qu'elle a été tirée du cocon, s'appelle *soie grège*.

La soie, avant d'être filée, doit subir divers traitements préparatoires, dont voici les deux principaux :

1° L'*ouvraison* ou le *tirage* de la soie du cocon ;

2° Le *moulinage*, c'est-à-dire l'opération qui a pour objet de *dérider*, *doubler* et de *tordre* la soie grège pour la rendre propre au *décreusage* et au *tissage*.

Les cocons sont immergés dans de l'eau d'une profondeur déterminée, en les enfermant dans des compartiments munis de grillages métalliques. Cette eau, d'abord bouillante, est refroidie un peu dans la suite. C'est après cette immersion que l'on recherche les bons brins de chaque cocon. On fait souder ensemble les fils, six par six, pour ne former qu'un seul fil qui va s'enrouler sur un dévidoir. Le dévidage donne la *soie grège*.

Le *moulinage* proprement dit consiste à lisser et arrondir les fils par le frottement qu'ils subissent en s'enroulant et se déroulant successivement les uns sur les autres.

On *double* ensuite les fils en les enroulant par deux brins sur un même dévidoir, et on tord ce double fil au moyen de bobines disposées d'une façon particulière.

Le *décreusage*, qui vient ensuite, consiste à enlever de la soie la gelatine, la cire, les graisses et la matière colorante jaune.

Une première ébullition dans de l'eau de savon donne une soie souple, douce et d'un blanc opalin ; la *cuite* consiste à faire bouillir les écheveaux de s ie pendant une heure dans un bain de savon bouillant.

Après diverses préparations au moyen de machines spéciales, la soie est transformée en chaînes de la même manière que pour les autres substances textiles.

La soie est tissée ensuite en taffetas, serge, satin, en passant dans différents métiers mécaniques.

VIII.—Fabrication des tissus

Les fils obtenus par le filage de la laine, du lin, du chanvre ou du coton servent à confectionner les différents tissus.

Le métier à tisser le plus simple et qui ne diffère des métiers mécaniques que par le mode d'exécution, est le métier à main ; on y trouve toutes les opérations essentielles.

Sans entrer dans de trop longs détails, disons seulement que le tissu ordinaire ou uni se compose toujours de deux systèmes de fils entre-croisés, ceux qui constituent la *chaîne*, tenant toute la longueur de l'étoffe, et les fils transversaux qui forment la *trame* ; ceux-ci sont entrelacés avec les premiers en passant tantôt au-dessus des fils de rang pair et tantôt au-dessous des fils de rang impair, ou inversement.

Les fils de la chaîne, tendus horizontalement, peuvent être soulevés alternativement, de deux en deux, au moyen d'un mécanisme particulier, de manière à laisser, entre les fils de rang pair et ceux de rang impair, un espace dans lequel on fera passer le fil de la trame contenu dans la navette. C'est ce mouvement de va et vient

de la navette qui entre-croise la trame dans la chaîne et forme le tissu uni. C'est le plus simple qu'on puisse confectionner.

Le mode d'entrelacement ou l'*armure* peut être beaucoup plus compliquée. Celle que nous venons d'esquisser s'appelle l'armure *toile ;* cette armure est employée pour les tissus de lin et de chanvre, pour les taffetas de soie et la plupart des tissus de coton.

Il y a ensuite le *croisé*, le *sergé* et le *satin*, les *armures composées* qui donnent lieu à un grand nombre de combinaisons, les *armures factices* qui servent à produire des figures et des dessins sur un fond uni ou croisé.

Les draps, après le tissage, doivent être feutrés par l'action des *foulons*, c'est-à-dire des pilons qui les battent dans des auges de bois contenant une variété d'argile nommée *terre à foulon.*

Cette opération rend invisible les mailles de la chaîne, lorsque le drap n'a pas perdu le feutrage par une usure trop marquée. Les draps usés *jusqu'à la corde* sont ceux qui laissent voir le croisé primitif dépouillé de son feutrage.

La surface extérieure des tissus est souvent rugueuse et couverte de poils ou fils qu'il faut carder et égaliser.

Cette dernière opération constitue le *flambage* et consiste à faire passer rapidement le tissu à travers un rideau de flamme à gaz. Une fois le flambage effectué, il ne reste plus qu'à donner à l'étoffe, au moyen d'un laminoir appelé *calandres*, le lustre requis.

L'industrie des tissus de laine est très florissante à Sherbrooke.

IX.—Le tricot, la dentelle

On appelle *tricot* les tissus de mailles composés d'un seul fil de coton, de lin, de soie ou de laine, et qui sont connus dans le commerce sous le nom de *bonneterie.*

Le tricot se fabrique soit à la main, soit à la machine.

Le *tricot à la main*, qui s'exécute avec des aiguilles spéciales, appelées aiguilles à *mailles* ou à *tricoter* est de

deux sortes. On distingue le *tricot en bande* qui n'exige que deux aiguilles, et le *tricot en sac* ou *en poche*, employé pour la fabrication des bas et des gants, qui demande cinq aiguilles, quatre à *mailler* et une à *tricoter*.

On fabrique encore beaucoup de tricots dans les campagnes et c'est l'une des principales occupations des ménagères pour charmer les loisirs des longues soirées d'hiver.

Les tissus tricotés que l'on vend dans le commerce sont fait avec des machines très ingénieuses qui permettent de confectionner des articles de formes les plus variées.

La *dentelle* est un tissu à points clairs, dont le fond et le dessin sont entièrement formés par le travail de la dentellière.

On distingue deux espèces de dentelles : les dentelles *à l'aiguille* et les dentelles *aux fuseaux*.

La dentelle à l'aiguille ressemble à la broderie, avec la différence que cette dernière se fait sur un fond déjà établi.

Les plus belles dentelles sont : le *point d'Alençon*, le *point de Bruxelles* et le *point d'Angleterre*.

Les *dentelles aux fuseaux* exigent un outillage comprenant un *carreau* qui porte la dentelle et des *fuseaux*. Le travail de la dentellière consiste à croiser et tresser les fils, à faire passer les fuseaux les uns au-dessous des autres et à les changer de place en les faisant tourner entre le pouce et l'index.

Les dentelles aux fuseaux les plus renommées sont : les *valenciennes*, les *malines*, les *chantilly* et la *blonde*, fine dentelle de soie.

X.—La chapellerie

Les principales sortes de chapeaux se fabriquent avec le feutre, la soie ou la paille.

Le feutre est une étoffe de laine ou de poils non filés, mais foulés et agglutinés à l'aide de certaines préparations. Le meilleur, fait avec le poil de castor, est supérieur au feutre confectionné avec le poil de lapin, de lièvre et de chameau ou avec la laine d'agneau.

Les chapeaux de soie se composent d'une carcasse de toile enduite de colle sur laquelle on applique des bandes de peluche de soie noire.

Les chapeaux de paille sont faits avec les tiges de froment, de seigle, de riz, que l'on blanchit à l'acide sulfureux. On donne la forme voulue au chapeau en cousant ensemble des tresses de paille.

On fabrique enfin des chapeaux avec des lanières très minces de certains bois, comme le tilleul, le peuplier. Les *panamas* sont des chapeaux de cette catégorie.

XI. — La teinturerie

La *teinturerie* est l'art de fixer d'une manière durable sur les tissus les couleurs les plus diverses, au moyen de liqueurs, appelées *teintures*, tenant en dissolution des matières colorantes particulières.

Quelquefois, la matière colorante est insoluble et n'est qu'en suspension dans l'eau : elle est retenue physiquement dans les pores des tissus, comme cela a lieu pour la teinture en bleu azuré produite par l'*outremer*.

Il arrive aussi que la fibre des tissus agisse chimiquement sur le colorant : tel est le cas de la *fuchsine* (rouge d'aniline) qu'on emploie dans la teinture de la soie.

Lorsque cette affinité chimique fait défaut, on fixe la couleur au moyen de *mordants* qui l'entraînent dans une combinaison insoluble.

L'industrie de la teinture exige des procédés qui varient suivant le colorant employé, suivant la nature de la fibre de l'étoffe et son état, c'est-à-dire suivant que l'on veut teindre un textile en tissus, en flocons ou en écheveaux.

En général, les textiles doivent être d'abord blanchis avant de recevoir l'action du mordant et de la couleur. Au sortir des cuves, où ils se sont imprégnés de matière colorante, il y a certains procédés qui provoquent le développement de nuances particulières, qui rehaussent les tons, ou qui ravivent quelques couleurs, notamment par l'action de bains chauds de savon.

Les matières colorantes employées dans l'industrie sont très nombreuses.

Parmi les substances minérales, citons les oxydes de fer, de chrome et de manganèse qui donnent respectivement les colorations *nankin* (jaune chamois) *vert* et *bistré* (jaune de rouille), le chromate de plomb (coloration orange), le bleu de Prusse, etc.

Les couleurs naturelles produites par les végétaux sont : le bois de Brésil, le campêche, la cochenille, l'orseille, le sumac, la noix de galle, l'indigo, etc.

On se sert beaucoup aujourd'hui des couleurs à base d'aniline, substance qu'on extrait du goudron. L'aniline, combinée avec d'autres principes minéraux, donnent les teintes les plus variées.

XII.—Le tannage

Le tannage a pour but de convertir en *cuir* la peau de certains animaux ; la peau devient, sous ce nouvel état, imperméable, élastique et imputrescible.

Les fibres des peaux s'agglutinent en se desséchant : le tannage a pour effet de séparer ces fibres en les entourant d'une gaine, soit de *tanin*, comme dans le tannage proprement dit, soit de graisse ou d'huile, comme dans le *chamoisage*, ou encore en les combinant avec des sels d'alun, comme dans la *mégisserie*.

Pour réduire les peaux en cuir, il faut d'abord les débarrasser des débris de chair par une action mécanique, et procéder à l'*épilage*, c'est-à-dire à l'enlèvement des poils. L'épilage, de nos jours, se fait en plongeant les peaux dans des bains d'eau de chaux.

Une seconde opération consiste à gonfler les peaux pour qu'elles puissent recevoir l'action du *tan* ; elle se fait en les passant dans des infusions de plus en plus concentrées de vieux tan ayant déjà servi dans des tannages antérieurs.

Le tannage proprement dit consiste à placer les peaux, séparées par une couche de tan (écorce de chêne ou de pruche contenant le *tanin*), dans des fosses où elles restent

plusieurs mois; on les arrose de temps en temps, et on les retourne pour permettre au tanin de pénétrer complètement les fibres.

Le séjour dans les fosses varie avec la qualité des peaux à tanner; il peut durer jusqu'à deux ans pour les gros cuirs (peaux de bœufs et de buffles).

Au sortir des fosses, on fait sécher les cuirs dans des greniers aérés.

On bat les cuirs forts pour les rendre plus durs, et on soumet au *corroyage* les cuirs d'œuvre (peaux de vaches, veaux ou chevaux) pour leur donner plus de souplesse par l'action de corps gras.

L'industrie du tannage est l'une des plus importantes de la ville de Québec.

XIII.—La verrerie

Le verre est une substance solide, transparente, cassante, que l'on obtient en fondant du sable avec de la potasse ou de la soude.

La couleur foncée du verre commun des bouteilles est due à la présence du fer. Le verre de la gobeleterie fine est à base de potasse et de chaux, et le *cristal* contient du plomb.

La fabrication des bouteilles et les vitres se fait par le *soufflage* et le *moulage*, celle des glaces et des objets moulés par le *coulage*, tandis que les verres d'optique sont travaillés par la *taille*, après solidification.

Le verre, chauffé à une haute température, a la curieuse propriété de devenir pâteux avant de se fondre; c'est ce qui permet de le souffler. Le verrier, pour fabriquer une bouteille, se sert d'un long tube de fer, appelé *canne*; il prend, au bout de cette canne, une masse de verre pâteux, et lui donne la forme voulue en soufflant à l'intérieur et faisant tourner la masse distendue dans une cavité cylindrique creusée dans une table de bois ou de métal; le poids du verre encore pâteux étire la bouteille et produit la forme allongée du col.

Les fioles de pharmacie sont soufflées entièrement dans des moules.

Les vitres se fabriquent en soufflant une grosse boule de verre que l'on réduit à l'état de manchon, en faisant tourner d'abord la canne comme une fronde, et en lui imprimant ensuite un mouvemant de rotation sur elle-même ; on enlève les deux extrémités de la masse allongée de verre, et l'on obtient ainsi une espèce de manchon cylindrique, que l'on fend dans le sens de sa longueur avec un fer mouillé à l'eau froide et qu'on étale ensuite dans un four spécial.

Certains objets, comme les carafes, les verres, sont soufflés dans des moules et d'autres sont simplement coulés.

On fabrique maintenant les bouteilles à la machine en utilisant les propriétés de l'air comprimé.

Le verre, en se refroidissant rapidement à l'air, se trempe inégalement et devient très fragile. Pour lui enlever cette facheuse propriété, on le recuit, c'est-à-dire qu'on le chauffe fortement et on le laisse ensuite se refroidir lentement.

XIV —La poterie

On désigne sous le nom général de *poterie* les produits à base d'argile cuite.

Les poteries communes sont de deux sortes : les *mates* et les *vernissées*.

Les poteries mates se composent d'argile plastique cuite et recouverte d'aucun enduit : tels sont les pots à fleurs.

Les poteries vernissées sont très économiques et peuvent subir l'action du feu ; elles sont fabriquées avec des argiles plastiques impures, additionnées de sable.

L'argile, lavée et abandonnée au pourrissage pendant quelques mois, forme une pâte que l'on mélange avec du sable et à laquelle, au moyen du tour à potier, on donne la forme de l'objet que l'on veut fabriquer. On laisse sécher, et une première cuisson au four produit le *biscuit* ;

pour vernisser le biscuit, on l'enduit d'une pâte composée de minium (oxyde de plomb), d'argile et de sable; on cuit de nouveau, et la poterie se recouvre d'un vernis brillant au silicate de plomb. On se sert de fours à deux chambres, l'une où s'opère la cuisson, l'autre, chauffée par les fumées, où les poteries sont desséchées.

Les autres produits céramiques se fabriquent d'une manière analogue.

Les *faïences* sont des poteries émaillées et les *porcelaines* des poteries à base d'argile très blanche et plastique, appelée *kaolin*, mélangée avec du feldspath et quelquefois du quartz pulvérisé.

XV.—La dorure et l'argenture

La dorure et l'argenture ont pour but de déposer sur la surface de certains objets métalliques des couches adhérentes d'or ou d'argent. Elles se font aujourd'hui presque exclusivement à l'électricité.

Il est important de bien préparer la surface des objets à dorer et à argenter ; on traite d'abord par la potasse, puis par l'acide sulfurique étendu ; on décape ensuite avec de l'acide azotique, et l'on termine par l'amalgamation au moyen d'une immersion dans un bain de bioxyde de mercure.

On plonge l'objet à dorer dans un bain de cyanure d'or et de potassium, et l'on décompose ce bain par un courant électrique; l'or, mis en liberté, se dépose sur l'objet en couche aussi mince que l'on veut.

L'argenture se fait de la même façon, en remplaçant le bain d'or par une solution de cyanure double d'argent et de potassium.

Le procédé de la dorure à l'électricité s'applique très bien à la dorure du cuivre, de l'argent et du laiton; d'autres métaux, comme le fer, le plomb et d'étain doivent être d'abord cuivrés avant de recevoir la couche d'or.

Il y a d'autres procédés de dorure; le plus anciennement connu est la *dorure au mercure*. Il consiste à appliquer sur les objets un composé de mercure et d'or, et

à volatiliser le mercure par la chaleur. L'or reste sur l'objet, et on *brunit* la couche mate par le frottement, pour la rendre brillante. La dorure au mercure est extrêmement dangereuse pour les ouvriers.

Plusieurs substances, comme les métaux, peuvent être soumises à la dorure. C'est ainsi que l'on peut dorer la porcelaine, le verre, le bois, le papier, le carton et même les fils des matières textiles.

XVI.—Fabrication des monnaies

Les monnaies sont des pièces de métal, or, argent ou cuivre, frappées par ordre du gouvernement pour servir aux échanges.

Les monnaies ne sont pas constituées seulement par un métal précieux, mais on allie ce métal avec une petite proportion de cuivre pour lui donner de la dureté. Le rapport entre le poids du métal fin et celui de la pièce additionnée de cuivre s'appelle le *titre* de la monnaie. Le titre des monnaies d'or anglaises est de 900/1000, et celui des monnaies d'argent 925/1000; c'est aussi le titre des monnaies canadiennes.

Le mode actuel de fabrication des monnaies diffère des méthodes employées chez les anciens et au moyen-âge, où l'on *frappait* les monnaies à la main ou même par le coulage.

Les lingots envoyés à l'Hôtel des Monnaies doivent être purs. Après les avoir pesés et essayés par des moyens chimiques, on procède à la *fonte*, c'est-à-dire qu'on les fond avec un autre métal, le cuivre, dans la proportion requise par le *titre* de la monnaie à fabriquer, et on verse l'alliage fondu dans des moules qui le transforment en petits barreaux plats. Ces barreaux, passés au laminoir, prennent l'épaisseur qu'auront les futures pièces. Les lames d'alliage sont découpées en rondelles ou disques, appelés *flans*, sur le pourtour desquels une presse dessine un petit renflement ou *cordon*.

Les flancs, une fois décapés, sont soumis au *triage* et au *pesage* qui les divisent en trois classes, les *bons*, les

faibles et les *forts*. Les *bons* sont prêts à être monnayés, c'est-à-dire à subir la *frappe*. Cette opération se fait au moyen d'une presse particulière qui comprime le métal entre deux coins d'acier, et laisse en relief, sur les deux faces ainsi que sur le contour, les empreintes propres à chaque pièce.

Après la frappe, on vérifie encore une fois le poids et l'homogénéité de la pièce, et enfin le *titre*, en opérant au hasard sur des pièces de la même fabrication.

XVII.—Les aiguilles et les épingles

Les aiguilles sont de petites tiges d'acier terminées par une *pointe*, à l'une des extrémités, et, à l'autre bout, par une *tête* arrondie munie d'un trou, appelé *chas*, dans lequel on passe un fil de lin, de laine ou de soie.

Les aiguilles à coudre, avant d'être livrées au commerce, doivent subir de nombreuses opérations qui exigent le travail d'une centaine d'ouvriers.

Outre la conversion du fil métallique en aiguilles brutes, ce qui demande une vingtaine d'opérations, comme, par exemple, le *calibrage* et le *choix des fils*, la formation de la pointe, de la double gouttière de la tête et le *perçage* du chas, il faut, de plus, tremper et recuire l'acier des aiguilles, les *polir*, les *trier*, afin de mettre de côté, pour un nouveau redressage, les aiguilles cassées à la pointe, enfin donner le dernier tour de main qui constitue le *bronzage*, le *drillage*, le *brunissage* et la *mise en paquets*.

Les aiguilles longues, dans la couture ordinaire, servent pour les reprises, tandis qu'on préfère les courtes pour les piqûres et les ourlets. Dans les bonnes aiguilles, on *drille* le chas, c'est-à-dire qu'on le polit à l'intérieur pour qu'il ne coupe pas le fil.

La fabrication des *épingles*, de nos jours, se fait exclusivement à la machine, et on emploie ordinairement le laiton (alliage de cuivre et de zinc).

Le fil de laiton est d'abord étiré et rendu régulier de contour par le passage à la filière, puis on l'introduit

dans une machine qui le coupe en tronçons égaux, confectionne la tête et aiguise l'autre extrémité en pointe conique bien régulière. A la sortie de la machine, on décape les épingles et on les recouvre, soit d'une couche d'étain, soit d'un enduit de vernis japonais.

XVIII.—L'industrie laitière. Le lait, le beurre et le fromage

Le lait est un liquide blanc bleuâtre ou jaunâtre, légèrement sucré, et qui contient 1° la *caséine*, substance qui constitue le fromage et qui se coagule quand le lait *caille*; 2° la *crème*, c'est-à-dire une matière grasse qui monte à la surface du lait par le repos, et avec laquelle on fabrique le *beurre*; 3° diverses substances minérales, comme des chlorures, des phosphates et des carbonates alcalins.

Outre son emploi comme aliment et dans l'art culinaire, le lait constitue la base d'une importante industrie, appelée *industrie laitière*, très en honneur dans nos campagnes et très rémunératrice.

Le *beurre* existe dans le lait à l'état de globules très petits, visibles au microscope; il se compose d'un mélange complexe d'oléine, de butyrine, de margarine, etc. Le beurre *rancit* et répand une odeur repoussante lorsque la butyrine, sous l'influence de la lumière, de l'air et des microbes, se change en *acide butyrique*.

La fabrication du beurre est connue de tout le monde.

Il faut d'abord séparer la crème du lait. Cette séparation se fait, soit en laissant le lait au repos, soit en procédant d'une manière mécanique plus rapide au moyen des *écrémeuses centrifuges*.

Dans le premier cas, la crème, moins lourde que le liquide dans lequel elle se trouve, surnage à la surface au bout d'une douzaine d'heures. Les écrémeuses, que l'on fait tourner très vite au moyen d'une machine à vapeur, effectuent la séparation en utilisant les propriétés d'une certaine force qu'on nomme la *force centrifuge* et qui se développe par la rotation.

La crème se compose de globules de beurre et de *petit-lait.*

Pour fabriquer le beurre, il faut baratter la crème, c'est-à-dire la soumettre dans la baratte à des chocs qui ont pour effet d'agglomérer ensemble les globules et de les séparer du petit-lait. Il ne reste plus qu'à expulser complètement le petit-lait encore contenu dans la masse, soit en comprimant le beurre au moyen d'une spatule, soit au moyen de *délaiteuses mécaniques.* On complète la fabrication par le *malaxage* et la mise en moules.

Le *fromage* résulte de la coagulation du lait et de la fermentation du *caillé.*

On commence par faire cailler le lait, c'est-à-dire par faire précipiter la *caséine* par l'action d'une matière acide qu'on appelle la *présure.* Soumis à certaines opérations, le caillé se trouve constitué par la caséine et une bonne proportion des globules de beurre. Le caillé, sous l'influence de microorganismes (microbes), entre en fermentation et produit le fromage.

Il y a un grand nombre de variétés de fromages. Chez les uns, dits fromages à *pâte molle*, le caillé ne subit ni cuisson ni pression extérieure, et mûrit par la fermenttation : tels sont les fromages de Brie, de Camembert et le *fromage raffiné* de l'Ile d'Orléans. D'autres, appelés fromages fermentés à *pâte résistante*, parmi lesquels on peut citer les fromages de Gruyère, de Hollande et le *fromage canadien*, sont ceux dont le caillé est soumis à une pression extérieure, et quelquefois à une cuisson, comme dans le fromage de Gruyère. La fermentation transforme ensuite les pâtes et les mûrit.

L'industrie du fromage est très répandue dans nos campagnes, et le fromage canadien, qu'on a le tort de ne pas laisser vieillir, est d'excellente qualité.

XIX.--Les corps gras.-- Le suif, le savon

Les *corps gras* sont des substances douces au toucher et qui laissent sur le papier une tache translucide.

Ils portent le nom de *beurre, graisse, suif*, lorsqu'ils sont solides, à la température ordinaire ; liquides, ils constituent les *huiles*.

Le *suif* n'est rien autre chose que la graisse des herbivores, en particulier des moutons et des bœufs ; il se trouve placé sous la peau et à la surface des reins, du cœur et des intestins ; il est formé d'un mélange d'oléine, de stéarine et de margarine, et on l'emploie pour la fabrication des *chandelles* et du *savon*.

Parmi les *huiles*, les unes, dites *huiles siccatives*, comme celles de noix et de lin, s'épaississent au contact de l'air ; d'autres, comme l'huile d'olive, gardent leur limpidité et sont appelées *non siccatives*.

Les huiles proviennent soit des végétaux, comme l'huile d'olive, de lin, soit des animaux, comme les huiles de poisson.

On fabrique les *savons* en traitant les corps gras par la potasse ou la soude. Les corps gras les plus employés sont l'huile d'olive de qualité inférieure, les suifs et les graisses.

Les *savons mous* sont à base de potasse et les *savons durs*, à base de soude : ce sont les seuls savons solubles. Leur principale propriété est de dissoudre les corps gras ; c'est pourquoi on les emploie pour dégraisser les étoffes.

Le savon résulte de la combinaison de la potasse ou de la soude avec les acides oléique, margarique et stéarique contenus dans les corps gras. On fait d'abord bouillir ces derniers avec une lessive faible de soude caustique, puis avec des lessives plus concentrées contenant du sel marin ; on achève la *saponification* par la cuisson Le savon surnage à la surface du bain, on enlève la lessive, et la pâte bien cuite durcit par le refroidissement.

On chauffe et on fond ce savon dans une lessive très faible de soude, on laisse reposer et la masse se partage en deux parties : le *savon blanc*, à la partie supérieure, et, à la partie inférieure, un savon renfermant du fer et fortement coloré. Le *savon marbré*, présentant des veines

bleuâtres, s'obtient en agitant la pâte pendant le refroidissement : les veines colorées sont dues au savon ferrugineux qui se répand dans toute la masse.

On durcit les savons mous, à base de potasse, par l'addition de résine.

Les savons de toilette sont préparés comme les savons blancs ordinaires : seulement, on emploie pour leur confection des matières plus pures et on les aromatise avec des essences.

Les *eaux dures*, c'est-à-dire qui renferment du calcaire, sont impropres au lavage, parce que les sels calcaires produisent un *savon insoluble*.

L'eau, qui doit servir aux usages domestiques, ne doit donc pas contenir une trop grande proportion de ces sels

—

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES

PRINCIPAUX SUJETS TRAITÉS DANS CET OUVRAGE

ZOOLOGIE

MINÉRALOGIE

PHYSIQUE

D

E

F

G

H

I

COSMOGRAPHIE

INDUSTRIE

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

ZOOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE

COUP D'ŒIL SUR LE RÈGNE ANIMAL

BOTANIQUE

PREMIÈRE PARTIE

ANATOMIE VÉGÉTALE

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE

TROISIÈME PARTIE

COUP D'ŒIL SUR LE RÈGNE VÉGÉTAL AU CANADA

MINÉRALOGIE

PHYSIQUE

COSMOGRAPHIE

INDUSTRIE





